



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario

Autor/es

GONZALO TREVIÑO ORODEA

Director/es

JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2018-19



Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario, de GONZALO TREVIÑO
ORODEA

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA
PIEZA DE MOBILIARIO**

Para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la
Universidad de La Rioja

Autor:

Gonzalo Treviño Orodea

Director:

Julio Blanco Fernández

Logroño, 5 de Julio de 2019



RESUMEN

En el presente proyecto se expone el proceso de cálculo y diseño de un troquel progresivo para la fabricación en serie de una pieza de acero.

En primer lugar, se realiza un estudio de la pieza y se decide la tecnología más adecuada para su fabricación. Luego se explica el troquel y las piezas que lo componen además del desarrollo teórico de los conceptos más importantes relacionados con las matrices.

Se realizan los cálculos justificativos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento del troquel y se seleccionan los elementos comerciales necesarios. También se escogen los materiales y tratamientos térmicos de las piezas a fabricar.

El diseño 3D del troquel se realiza mediante el software de CAD SolidWorks. Una vez hecho el diseño, se verifica que todos los elementos encajan correctamente y se obtienen los planos en 2D.

Se elabora un pliego de condiciones donde se definen las responsabilidades de las partes vinculadas con el proyecto y se exponen las condiciones técnicas aplicables a la fabricación del troquel.

Por último, se elabora el presupuesto del proyecto.



ABSTRACT

In this project, the design process and calculation of a progressive die for mass production of a steel part is exposed.

First, a study of the part is performed and the most appropriate technology for its manufacture is decided. Then, the die and the parts that compose it are explained, in addition to the theoretical development of the most important concepts related to the dies.

The necessary supporting calculations are done to ensure the correct operation of the die and the necessary commercial elements are selected. The materials and heat treatments of the parts to be manufactured are also chosen.

The 3D design of the die is done using the SolidWorks CAD software. Once the design is done, it is verified that all the elements fit correctly and the 2D drawings are obtained.

A list of terms and conditions is elaborate, defining the responsibilities of the parts linked to the project and exposing the technical conditions applicable to the manufacture of the die.

Finally, the project budget is drawn up.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ÍNDICE GENERAL

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

Para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la
Universidad de La Rioja

Autor:

Gonzalo Treviño Orodea

Director:

Julio Blanco Fernández

Logroño, 5 de Julio de 2019



MEMORIA

1	OBJETO	1
2	ALCANCE.....	1
3	NORMATIVA	2
3.1	RELACIONADA CON LOS COMPONENTES DE MATRICERÍA	2
3.2	NORMATIVA ESPECÍFICA REFERENTE AL PROYECTO.....	4
3.2.1	MATERIALES DE FABRICACIÓN	4
3.2.2	CHAPA DE EMBUTICIÓN	4
3.2.3	PRENSAS	4
3.2.4	NOCIONES Y COMPENDIOS	5
3.3	BIBLIOGRAFÍA.....	6
3.4	Métodos.....	6
4	MEMORIA DESCRIPTIVA	7
4.1	ANÁLISIS DE LA PIEZA Y ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA.....	7
4.2	FASES DE LA PIEZA.....	8
4.3	TROQUEL PROGRESIVO	10
4.3.1	PARTE SUPERIOR	12
4.3.1.1	BASE SUPERIOR	13
4.3.1.2	PLACA SUFRIDERA.....	14
4.3.1.3	PLACA PORTAPUNZONES	14
4.3.1.4	PERNOS CENTRADORES	14
4.3.1.5	PUNZONES DE ENTALLA	15
4.3.1.6	PUNZONES DE AGUJEROS	16
4.3.1.7	PUNZONES DE CONTORNO	16
4.3.1.8	PUNZONES DE DOBLADO	17
4.3.1.9	PUNZÓN DE TRONZADO.....	18
4.3.1.10	COLUMNAS GUÍA	18
4.3.1.11	CILINDROS DE GAS	20
4.3.1.12	TORNILLO TOPE.....	21
4.3.1.13	TORNILLOS DE FIJACIÓN	21
4.3.1.14	TENSOR DE RANURAS EN T	21
4.3.1.15	CÁNCAMOS	22
4.3.2	PARTE INTERMEDIA	23
4.3.2.1	PLACA INTERMEDIA	23
4.3.2.2	PLACA GUÍA Y PRENSACHAPAS	24
4.3.2.3	CASQUILLO GUÍA.....	25
4.3.2.4	CASQUILLO CENTRADOR	25
4.3.2.5	TORNILLOS DE FIJACIÓN	26
4.3.2.6	CÁNCAMOS	26
4.3.3	PARTE INFERIOR	26
4.3.3.1	BASE INFERIOR	27



4.3.3.2	PLACA MATRIZ	27
4.3.3.3	MATRIZ DE DOBLADO	28
4.3.3.4	MATRIZ DE TRONZADO	28
4.3.3.5	PERNOS CENTRADORES	29
4.3.3.6	CASQUILLO GUÍA.....	29
4.3.3.7	REGLETA-GUÍA Y ELEVADORES DE BANDA.....	29
4.3.3.8	TACO DE REACCIÓN Y PLACA DESLIZANTE	31
4.3.3.9	CURSOR Y MUELLE	32
4.3.3.10	SOPORTE Y TAPA DE CURSOR	33
4.3.3.11	CALZOS	33
4.3.3.12	RAMPA	34
4.3.3.13	TORNILLOS DE FIJACIÓN	34
4.3.3.14	TENSOR DE RANURAS EN T	34
4.3.3.15	CÁNCAMOS	34
4.4	ACABADO SUPERFICIAL	35
4.5	PRENSA.....	35
5	MEMORIA JUSTIFICATIVA	37
5.1	FUNDAMENTOS TEÓRICO-PRÁCTICOS	37
5.1.1	PROCESO DE CORTE.....	37
5.1.1.1	HOLGURA ENTRE PUNZÓN Y MATRIZ	39
5.1.2	PROCESO DE DOBLADO	41
5.2	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	42
5.2.1	DESARROLLO DE LA PIEZA	42
5.2.2	FUERZAS DE PUNZONADO	44
5.2.2.1	FUERZA DE CORTE	44
5.2.2.2	FUERZA DE EXPULSIÓN	47
5.2.2.3	FUERZA DE EXTRACCIÓN	47
5.2.3	HOLGURA DE PUNZONADO	47
5.2.4	FUERZA DE DOBLADO	48
5.2.5	CÁLCULO DEL LOS CILINDROS DE GAS	49
5.2.5.1	FUERZA ISOTÉRMICA.....	50
5.2.5.2	FUERZA POLITRÓPICA	50
5.2.6	CÁLCULO DE LA PRENSA	51



PLANOS

1	LISTADO DE PLANOS	1
2	PLANOS	3
	TROQUEL Y FASES DE LA PIEZA (010.000)	4
	PIEZA (010.001)	5
	DESARROLLO PIEZA (010.002)	6
	FASES DE LA PIEZA (010.003)	7
	TROQUEL SUPERIOR (010.004)	8
	TROQUEL INTERMEDIO (010.005)	9
	TROQUEL INFERIOR (010.006)	10
	BASE SUPERIOR (100.001)	11
	PLACA SUFRIDERA (100.002)	13
	PLACA PORTAPUNZONES (100.003)	14
	PUNZÓN ENTALLA (100.004)	15
	PUNZÓN DE CONTORNO (100.005)	16
	PUNZÓN DE DOBLADO (100.006)	17
	PUNZÓN DE TRONZADO (100.007)	18
	PLACA INTERMEDIA (100.008)	19
	PLACA GUÍA (100.009)	20
	BASE INFERIOR (010.010)	21
	PLACA MATRIZ (100.011)	23
	MATRIZ DE DOBLADO (100.012)	24
	MATRIZ DE TRONZADO (100.013)	25
	CALZO (100.014)	26
	TACO REACCIÓN (100.015)	27
	CURSOR (100.016)	28
	SOPORTE CURSOR (100.017)	29
	TAPA DE CURSOR (100.018)	30
	RAMPA (100.019)	31



PLIEGO DE CONDICIONES

1	DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO	1
1.1	OBJETO	1
1.2	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	1
1.3	COMPATIBILIDAD Y RELACIONES ENTRE LOS DOCUMENTOS	1
2	CONDICIONES FACULTATIVAS.....	2
2.1	OBLIGACIONES DEL CONSTRUCTOR DEL PROYECTO.....	2
2.2	FACULTADES DEL JEFE DE TALLER	3
2.3	DISPOSICIONES VARIAS.....	4
2.3.1	CONTROLES DE FABRICACIÓN	4
2.3.2	CALIDADES INSUFICIENTES.....	4
3	CONDICIONES ECONÓMICAS	5
3.1	PRECIO DEL CONTRATO Y MEDICIONES	5
3.1.1	PRECIO DEL CONTRATO	5
3.1.2	MEDICIONES	5
3.1.3	RECLAMACIONES DE MEDICIONES	5
3.1.4	DIFERENCIAS EN EL PRESUPUESTO.....	5
3.2	VALORACIONES Y PRECIOS.....	6
4	GESTIÓN DE LA FABRICACIÓN	7
4.1	PLAZOS DE CONSTRUCCIÓN	7
5	CONDICIONES LEGALES.....	9
5.1	GENERALES.....	9
6	SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO	9
7	CONDICIONES TÉCNICAS	10
7.1	CONDICIONES GENERALES	10
7.2	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	10
7.2.1	ACERO F-1140	10
7.2.2	ACERO F-1252	12
7.2.3	ACERO F-5603	13
7.3	TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	14
7.3.1	ACERO F-1140	14
7.3.2	ACERO F-1252	15
7.3.3	ACERO F-5603	15
7.3.4	DEFECTOS EN EL TEMPLE.....	16
7.4	ACABADO DE SUPERFICIES	18
7.5	AJUSTES Y TOLERANCIAS	19



7.6	LUBRICACIÓN DE LAS CHAPAS	19
7.7	PUESTA A PUNTO DEL TROQUEL.....	19
7.7.1	DEFECTOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO DE CORTE	20
7.7.1.1	REBABAS EN LAS ARISTAS DE CORTE	20
7.7.1.2	AMOLADO DE LA CHAPA.....	20
7.7.2	DEFECTOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO DE DOBLADO	20
7.7.2.1	GEOMETRÍA INCORRECTA.....	21
7.7.2.2	AUSENCIA DE PISADO	21
7.7.2.3	DISTORSION DE GEOMETRIAS LINDANTES A LA ZONA DE CURBADO.....	21
7.7.2.4	MARCAS POR ROZAMIENTO	21
7.7.2.5	SOLDADURA EN FRÍO	21



MEDICIONES

1	COMPONENTES COMERCIALES	1
2	MATERIAS PRIMAS	2
2.1	ACERO F-1140	2
2.2	ACERO F-1252	3
2.3	ACERO F-5603	3
3	TIEMPOS Y TAREAS DE FABRICACIÓN	4
3.1	ACERO F-1140	4
3.2	ACERO F-1252	4
3.3	ACERO F-5603	5
4	TRATAMIENTOS TÉRMICOS	5
5	TIEMPO DE MONTAJE Y AJUSTES	5
6	Tiempo de ingeniería, diseño y gestión	6
6.1	INGENIERÍA Y DISEÑO	6
6.2	GESTIÓN	6



PRESUPUESTO

1	PRECIOS UNITARIOS	1
1.1	PRECIO DE LOS COMPONENTES COMERCIALES	1
1.2	PRECIO DE LAS MATERIAS PRIMAS	2
1.3	PRECIO DE LA MANO DE OBRA	2
2	PRESUPUESTOS PARCIALES	3
2.1	PRECIO TOTAL DE LOS ELEMENTOS COMERCIALES	3
2.2	PRECIO TOTAL DE LAS MATERIAS PRIMAS	4
2.3	PRECIO TOTAL DE LA MANO DE OBRA	5
3	PRESUPUESTO GENERAL	6



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

MEMORIA

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

Para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la
Universidad de La Rioja

Autor:

Gonzalo Treviño Orodea

Director:

Julio Blanco Fernández

Logroño, 5 de Julio de 2019



ÍNDICE

1	OBJETO	1
2	ALCANCE.....	1
3	NORMATIVA.....	2
3.1	RELACIONADA CON LOS COMPONENTES DE MATRICERÍA	2
3.2	NORMATIVA ESPECÍFICA REFERENTE AL PROYECTO.....	4
3.2.1	MATERIALES DE FABRICACIÓN	4
3.2.2	CHAPA DE EMBUTICIÓN	4
3.2.3	PRENSAS	4
3.2.4	NOCIONES Y COMPENDIOS	5
3.3	BIBLIOGRAFÍA.....	6
3.4	Métodos.....	6
4	MEMORIA DESCRIPTIVA	7
4.1	ANÁLISIS DE LA PIEZA Y ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA	7
4.2	FASES DE LA PIEZA.....	8
4.3	TROQUEL PROGRESIVO	10
4.3.1	PARTE SUPERIOR	12
4.3.1.1	BASE SUPERIOR	13
4.3.1.2	PLACA SUFRIDERA	14
4.3.1.3	PLACA PORTAPUNZONES	14
4.3.1.4	PERNOS CENTRADORES	14
4.3.1.5	PUNZONES DE ENTALLA	15
4.3.1.6	PUNZONES DE AGUJEROS	16
4.3.1.7	PUNZONES DE CONTORNO	16
4.3.1.8	PUNZONES DE DOBLADO	17
4.3.1.9	PUNZÓN DE TRONZADO.....	18
4.3.1.10	COLUMNAS GUÍA	18
4.3.1.11	CILINDROS DE GAS	20
4.3.1.12	TORNILLO TOPE.....	21
4.3.1.13	TORNILLOS DE FIJACIÓN	21
4.3.1.14	TENSOR DE RANURAS EN T	21
4.3.1.15	CÁNCAMOS	22
4.3.2	PARTE INTERMEDIA	23
4.3.2.1	PLACA INTERMEDIA	23
4.3.2.2	PLACA GUÍA Y PRENSACHAPAS	24
4.3.2.3	CASQUILLO GUÍA.....	25
4.3.2.4	CASQUILLO CENTRADOR	25
4.3.2.5	TORNILLOS DE FIJACIÓN	26
4.3.2.6	CÁNCAMOS	26
4.3.3	PARTE INFERIOR	26
4.3.3.1	BASE INFERIOR	27
4.3.3.2	PLACA MATRIZ	27
4.3.3.3	MATRIZ DE DOBLADO	28
4.3.3.4	MATRIZ DE TRONZADO	28
4.3.3.5	PERNOS CENTRADORES	29
4.3.3.6	CASQUILLO GUÍA.....	29



4.3.3.7	REGLETA-GUÍA Y ELEVADORES DE BANDA.....	29
4.3.3.8	TACO DE REACCIÓN Y PLACA DESLIZANTE	31
4.3.3.9	CURSOR Y MUELLE	32
4.3.3.10	SOPORTE Y TAPA DE CURSOR	33
4.3.3.11	CALZOS	33
4.3.3.12	RAMPA	34
4.3.3.13	TORNILLOS DE FIJACIÓN	34
4.3.3.14	TENSOR DE RANURAS EN T	34
4.3.3.15	CÁNCAMOS	34
4.4	ACABADO SUPERFICIAL	35
4.5	PRENSA.....	35
5	MEMORIA JUSTIFICATIVA	37
5.1	FUNDAMENTOS TEÓRICO-PRÁCTICOS	37
5.1.1	PROCESO DE CORTE.....	37
5.1.1.1	HOLGURA ENTRE PUNZÓN Y MATRIZ	39
5.1.2	PROCESO DE DOBLADO	41
5.2	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	42
5.2.1	DESARROLLO DE LA PIEZA	42
5.2.2	FUERZAS DE PUNZONADO	44
5.2.2.1	FUERZA DE CORTE	44
5.2.2.2	FUERZA DE EXPULSIÓN	47
5.2.2.3	FUERZA DE EXTRACCIÓN	47
5.2.3	HOLGURA DE PUNZONADO	47
5.2.4	FUERZA DE DOBLADO	48
5.2.5	CÁLCULO DEL LOS CILINDROS DE GAS	49
5.2.5.1	FUERZA ISOTÉRMICA.....	50
5.2.5.2	FUERZA POLITRÓPICA	50
5.2.6	CÁLCULO DE LA PRENSA	51



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Pieza soporte	1
Figura 2:Fases de troquelado de la banda.....	8
Figura 3:1ª Fase	8
Figura 4:2ª Fase	9
Figura 5:3ª Fase	9
Figura 6:4ª Fase	9
Figura 7:5ª Fase	9
Figura 8:6ª y 7ª Fase	10
Figura 9:Partes del troquel.....	10
Figura 10:Troquel cerrado	11
Figura 11:Distancias entre placas con el troquel abierto	11
Figura 12:Distancias entre placas con el troquel cerrado	12
Figura 13:Parte superior del troquel (a).....	12
Figura 14:Parte superior del troquel (b)	13
Figura 15:Base superior.....	13
Figura 16:Placa sufridera.....	14
Figura 17:Placa portapunzones.....	14
Figura 18:Perno centrador	15
Figura 19:Punzón de entalla	15
Figura 21:Punzones de diámetros 16 y 20mm.....	16
Figura 22:Punzón de contorno.....	17
Figura 23:Rompefibras	17
Figura 24:Punzón de doblado	18
Figura 25:Punzón de tronzado.....	18
Figura 26:Columna guía	19
Figura 27:Disco de amarre de columna guía	19
Figura 28:Brida de amarre de columna guía	19
Figura 29:Cilindro de gas	20
Figura 30:Tornillo tope.....	21
Figura 31:Tensor para ranuras en T.....	22
Figura 32:Cáncamo	22
Figura 33:Cargas elevadas por los cáncamos	22
Figura 34:Parte intermedia del troquel (a).....	23
Figura 35:Parte intermedia del troquel (b)	23
Figura 36:Placa intermedia.....	24
Figura 37:Placa guía y prensachapas.....	24
Figura 38:Casquillo guía placa intermedia.....	25
Figura 39:Casquillo centrador	25
Figura 40:Parte inferior del troquel	26
Figura 41:Base inferior.....	27
Figura 42:Placa matriz.....	27
Figura 43:Matriz de doblado	28
Figura 44:Matriz de tronzado	28



Figura 45:Casquillo guía base inferior	29
Figura 46:Sistema de guiado y elevación de banda.....	29
Figura 47:Regleta-guía de banda.....	30
Figura 48:Elevador de banda.....	30
Figura 49:Muelle de elevador de banda	30
Figura 50:Tuerca de elevador de banda.....	31
Figura 51:Taco de reacción	31
Figura 52:Placa deslizante.....	32
Figura 53:Cursor.....	32
Figura 54:Muelle de cursor.....	33
Figura 55:Soporte y tapa de cursor.....	33
Figura 56:Calzo	34
Figura 57:Rampa	34
Figura 58:Esquema de la prensa.....	36
Figura 59:1ª fase de punzonado.....	38
Figura 60:2ª fase de punzonado.....	38
Figura 61:3ª fase de punzonado.....	38
Figura 62:4ª fase de punzonado.....	38
Figura 63: Perfil cortado correctamente	39
Figura 64: Holgura de punzonado excesiva	40
Figura 65:Holgura de punzonado insuficiente.....	40
Figura 66:Holgura de punzonado adecuada	41
Figura 67:Desarrollo de la pieza.....	43
Figura 68: Dimensiones de punzonado	45
Figura 69: Valores de holgura para punzones o matrices.....	48
Figura 70:Aplicación de la holgura (F)	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Características de la prensa	36
Tabla 2: Posición “y” de la fibra neutra en función de la relación r/e	43
Tabla 3: Resistencia a la rotura y cortadura de algunos aceros laminados.....	45

1 OBJETO

El objetivo del presente proyecto es el de realizar el cálculo y diseño de un troquel progresivo para la producción de una pieza soporte. Del mismo modo, se establecerán las bases en lo concerniente a la fabricación del troquel y las condiciones en lo referente a la calidad que debe tener este. La pieza sobre la que se realizará el diseño del troquel se muestra en la siguiente figura.

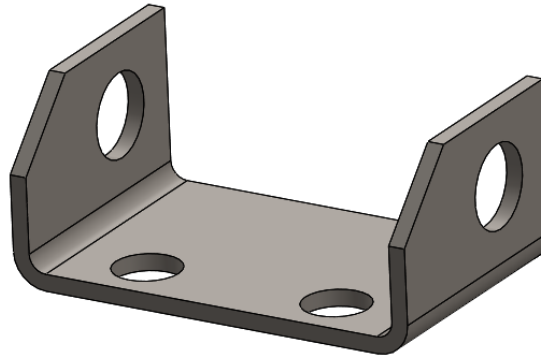


Figura 1: Pieza soporte

La empresa contratante proporcionó la geometría completa de la pieza y el material a emplear en su fabricación. Dejando al criterio de la empresa proyectista la completa definición del troquel para satisfacer la producción de la mencionada pieza.

2 ALCANCE

El alcance del proyecto es el de realizar el análisis de la pieza a producir seguido de la elección de la tecnología más adecuad para su elaboración. Tras este estudio se elaborará el desarrollo de la pieza y seguido a esto se definirá completamente, mediante los cálculos y los planos que sean necesarios, la máquina en sí. También se definirán los diferentes materiales a emplear en la fabricación de la máquina y los componentes comerciales de los que se requiera. Dejando de esta manera completamente definido el proyecto. Para finalizar se presupuestará el valor de ejecución de la máquina.



3 NORMATIVA

3.1 RELACIONADA CON LOS COMPONENTES DE MATRICERÍA

Los componentes comerciales, utilizados en el troquel, deberán estar fabricadas conforme a la normativa vigente. De no haber sido fabricados de esta forma deberán ser rechazados. El uso de componentes no normalizados podrá ser motivo de reclamación por parte del cliente.

Se va a incluir una lista completa, de elementos de matricería normalizados. El motivo por el cual se incluye la lista completa es que, si se introducen reformas o modificaciones en el troquel, los posibles elementos de esa modificación deberán cumplir con la normativa vigente.

UNE 16730 Punzones cilíndricos con cabeza cónica a 60 grados

UNE 16710 Placas mecanizadas para útiles de prensas, moldes, montajes fijaciones, medidas nominales.

DIN 125 Arandelas planas.

DIN 127 Arandelas de muelle grower.

DIN 172 Casquillos de corte y de guía de los punzones.

DIN 508 Tacos ranurados en forma de T.

DIN 580 Cáncamos macho.

DIN 580 Cáncamos hembra.

DIN 655 Vástago portante para cables.

DIN 787 Tornillos ranurados en forma T.

DIN 912 Tornillos cilíndricos.

DIN 6314 Hierro plano de sujeción.

DIN 6315 Hierro plano de sujeción en forma de horquilla sin talón sujetador.

DIN 6316 Hierro plano de sujeción con talón sujetador circular.

DIN 6318 Caballetes escalonados para piezas de sujeción.



- DIN 6319 Discos de bolas y cojinetes cónicos.
- DIN 6323 Tacos ranurados sueltos.
- DIN 6325 Pasadores cilíndricos.
- DIN 6326 Suplementos de sujeción regulables.
- DIN 6330 Tuercas hexagonales con asiento esférico.
- DIN 6346 Piezas paralelas de suplemento.
- DIN 6798 Arandelas dentadas.
- DIN 7984 Tornillos cilíndricos con cabeza plana.
- DIN 9812 Armazón de columnas con columnas de guía situadas en el centro.
- DIN 9814 Placas de guía móviles.
- DIN 9816 Portamatrices de fundición.
- DIN 9819 Armazón de columnas con columnas de guía sobresaliendo en las esquinas.
- DIN 9822 Armazón de columnas con columnas de guía situadas detrás.
- DIN 9825 Columnas de guía y aros de tope.
- DIN 9831 Casquillos de guía con valona.
- Din 9845 Casquillo guía sim valona.
- DIN 9846 Punzón de corte rectangular.
- DIN 9848 Casquillos con jaula de bolas.
- DIN 9859 Vástago de sujeción.
- DIN 9861 Punzón de corte con cabeza cónica a 90 grados.
- DIN 9862 Cortadores laterales.
- DIN 9863 Topes para cortadores laterales.
- DIN 9864 Clavijas de centrado de sección circular.
- DIN 9865 Placas y señalización de matrices en la técnica de matricería.
- DIN 9866 Cabezales de punzones.
- DIN 9867 Cajas de las matrices.



DIN 9868 Portamatrices de columnas sin placa guía.

ISO 7379 Topes de guiado.

ISO 8020 Punzones de corte con cabeza cilíndrica.

ISO 10243 Resortes de sección rectangular y aristas redondeadas.

3.2 NORMATIVA ESPECÍFICA REFERENTE AL PROYECTO

3.2.1 MATERIALES DE FABRICACIÓN

UNE 36072 Aceros aleados para herramientas.

UNE 36011 Aceros finos al carbono.

DIN 17100 Aceros especiales para herramientas.

DIN 1652 Productos sin adiciones.

3.2.2 CHAPA DE EMBUTICIÓN

UNE 36562 Productos de acero. Fleje laminado en frio y pletina cortada de fleje. Tolerancias dimensionales.

DIN 1543 Productos planos de acero. Material y calidad.

3.2.3 PRENSAS

UNE 15328 Prensas mecánicas con bastidor en cuello de cisne. Control de la precisión.

UNE 15501 Prensas mecánicas con bastidor en cuello de cisne. Capacidades nominales y medidas.

UNE 15504 Prensas mecánicas de doble montante, de simple efecto de fuerza nominal comprendida entre 400 KN y 4000 KN incluidos. Características y medidas.



UNE 15505 Prensas mecánicas de doble montante, de alta velocidad de fuerza nominal comprendida entre 250 KN y 4000 KN incluidos. Características y medidas.

UNE 15506 Prensas mecánicas con bastidor en cuello de cisne. Vocabulario.

UNE-EN 692 Prensas mecánicas. Seguridad.

DIN 810 Agujeros en la colisa de la prensa para vástagos de sujeción.

DIN 8650 Condiciones de extracción en prensas excéntricas de un montante.

DIN 8651 Condiciones de extracción en prensas excéntricas de dos montantes.

DIN 55170 Prensas excéntricas de mesa.

DIN 55171 Prensas excéntricas de un montante con mesa fija.

DIN 55172 Prensas excéntricas de un montante con mesa regulable.

DIN 55173 Prensas excéntricas de doble montante con una biela.

DIN 55174 Prensas excéntricas de doble montante incunables.

DIN 55175 Prensas excéntricas de doble montante con dos bielas.

DIN 55176 Prensas excéntricas de dos montantes con una biela.

DIN 55177 Prensas excéntricas de dos montantes con dos bielas.

DIN 55178 Placas de sujeción para prensas.

DIN 55179 Placas de cubierta para prensas.

DIN 55180 Prensas excéntricas de pared doble con mesa regulable.

DIN 55205 Mesas de prensa.

3.2.4 NOCIONES Y COMPENDIOS

DIN 8582 Procedimientos de dar forma, hojas 1 a 6.

DIN 8883 Procedimientos de dar forma por presión.

DIN 8584 Procesos de fabricación que se forman bajo condiciones combinadas de tracción y compresión.

DIN 8585 Procesos de fabricación que se forman bajo condiciones de tracción.

DIN 8586 Procedimientos de dar forma por curvado.



DIN 8587 Procedimientos de dar forma por empuje axial.

DIN 8588 Procedimientos de división.

DIN 9869 Nociones sobre matrices aplicadas en conformación, separación y unión.

3.3 BIBLIOGRAFÍA

- D. Deutschman, W. J. Michels, C. E. Wilson. “*Diseño de máquinas: Teoría y práctica*”. Compañía Editorial Continental S. A.
- J. Félez, M.^a L. Martínez. “*Ingeniería gráfica y diseño*”. Ed. Síntesis.
- J. M. Lasheras, J. F. Carrasquilla. “*Ciencia de materiales*”. Ed. Donostiarra.
- T. L. Navarro. “*Troquelado y estampación: con aplicaciones al punzonado, doblado, embutición y extrusión*”. Ed. Gustavo Gili.
- M. Rossi. “*Estampado en frío de la chapa: estampas, matrices, punzones y máquinas*”. Ed. Dossat.
- G. Ochler Kaiser. “*Herramientas de troquelar, estampar y embutir*”. Ed. Gustavo Gili.
- Florit. “*Tratado de matricería*”. Ed. Tecnofisis Global.
- Florit. “*Fundamentos de matricería: Corte y punzonado*”. Ed. Ceac.

3.4 Métodos

- SOLIDWORKS (2018) [software]. Dassault Systems SolidWorks Corporation.
- Meusburger (2019) [web]. Meusburger Setting Standards. Recuperado de: <https://www.meusburger.com/>
- Catálogo digital Meusburger (2019) [web]. Meusburger Setting Standards. Recuperado de: https://ecom.meusburger.com/e_menu/index.asp?set_gruppe=0



- Special Springs (2019) [web]. Special Springs S.R.L. Recuperado de: <https://www.specialsprings.com/en>
- Catálogo Special Springs (2019) [web]. Special Springs S.R.L. Recuperado de: https://165975-742286-raikfcquaxqncofqfm.stackpathdns.com/sites/default/files/downloads/9800c04600018_web_0.pdf

4 MEMORIA DESCRIPTIVA

En esta memoria descriptiva se va a explicar, en primer lugar, el análisis que se ha realizado de la pieza y la secuencia de operaciones que se deberán realizar sobre la banda para obtenerla.

Posteriormente, se realizará una explicación del troquel en sí, definiendo las partes que lo componen y las piezas con las que se construye.

4.1 ANÁLISIS DE LA PIEZA Y ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La principal característica de la pieza a obtener es su forma de U, también dispone de cuatro orificios circulares de diámetros 16mm y 20mm. La forma exterior tiene unos chaflanes realizados en las alas de la pieza y el espesor es de 4mm.

Una vez analizada la geometría de la pieza se llega a la conclusión de que la tecnología de fabricación más adecuada es la producción mediante troquelado de chapa.

Teniendo en cuenta el tamaño de la pieza es posible realizar un troquel de tipo progresivo. Este tipo de troquel es el que fabrica piezas de la forma más rápida debido a la forma de alimentación de la prensa. En los troqueles progresivos la alimentación se realiza por medio de una máquina que desenrolla una bobina de acero y los golpes se pueden suceder de forma más rápida que si se necesitase un transfer o la manipulación de la pieza por parte de un operario. La conformación de las piezas se realiza partiendo de una lámina continua de material que sufre transformaciones, a medida que avanza fase a fase, hasta obtener el producto final.

4.2 FASES DE LA PIEZA

A raíz de la decisión tomada sobre el tipo de troquel a desarrollar, es necesario definir las fases de troquelado que va a sufrir la banda de chapa a su paso por el troquel progresivo.

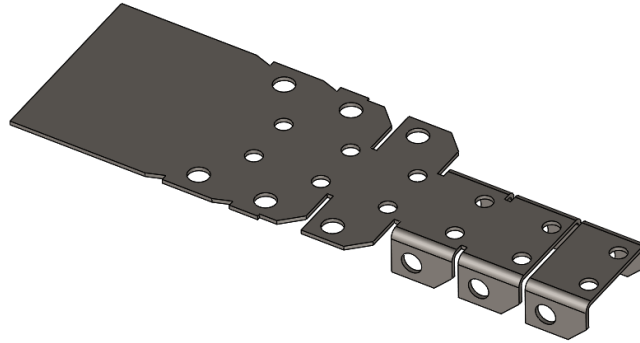


Figura 2: Fases de troquelado de la banda

1ª FASE: para asegurar el correcto posicionado de la chapa a su paso por el troquel es necesario realizar unas muescas en la parte exterior de la banda. En estas muescas o entallas se acoplarán unos cursores que serán los encargados de detener, en la posición correcta, la chapa. De esta forma se elimina el deslizamiento indeseado de la banda a su paso por los rodillos alimentadores y se obtiene una mayor precisión de las piezas fabricadas.



Figura 3: 1ª Fase

2ª FASE: aquí se procede a realizar los punzonados de 16 y 20 mm de diámetro.

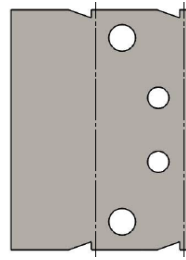


Figura 4:2ª Fase

3ª FASE: en este punto se realiza el corte de la mayor parte del perímetro exterior de la pieza. No se corta por completo el perímetro debido a que la esencia de un troquel progresivo es que la pieza se mantenga unida a la banda, mientras se le realizan diferentes operaciones, hasta el instante final en el que se realiza la separación de la pieza de la banda y se obtiene totalmente terminada.

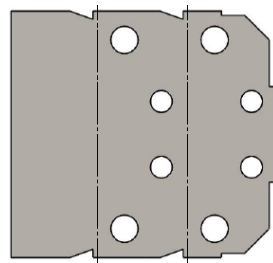


Figura 5:3ª Fase

4ª FASE: aquí se realiza el segundo corte del contorno, pero dejando una sección de unión entre la pieza y la banda.

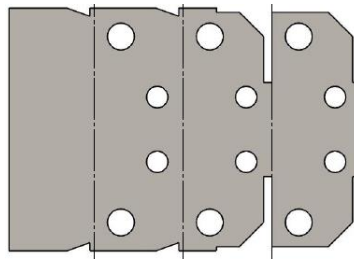


Figura 6:4ª Fase

5ª FASE: en este punto se lleva a cabo el doblado de las alas de la pieza.

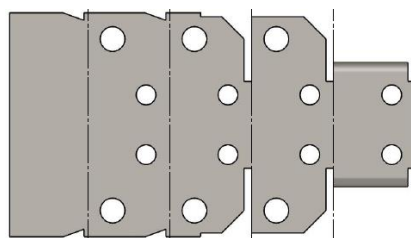


Figura 7:5ª Fase

6ª y 7ª FASE: para finalizar el conformado de la pieza se realiza el tronzado de esta y tras esto la pieza cae deslizándose por una rama acoplada al troquel.

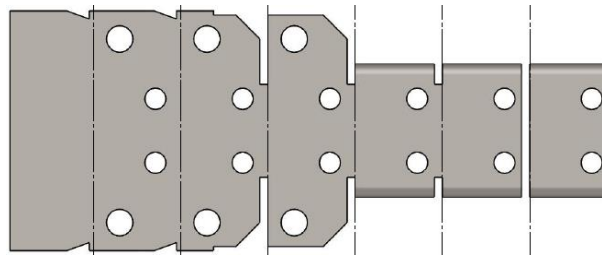


Figura 8:6ª y 7ª Fase

4.3 TROQUEL PROGRESIVO

El troquel diseñado para la fabricación de la pieza es de tipo progresivo con sistema de pisado de la chapa. Esta característica permite hacer una división del troquel en tres partes diferenciadas, superior, intermedia e inferior.

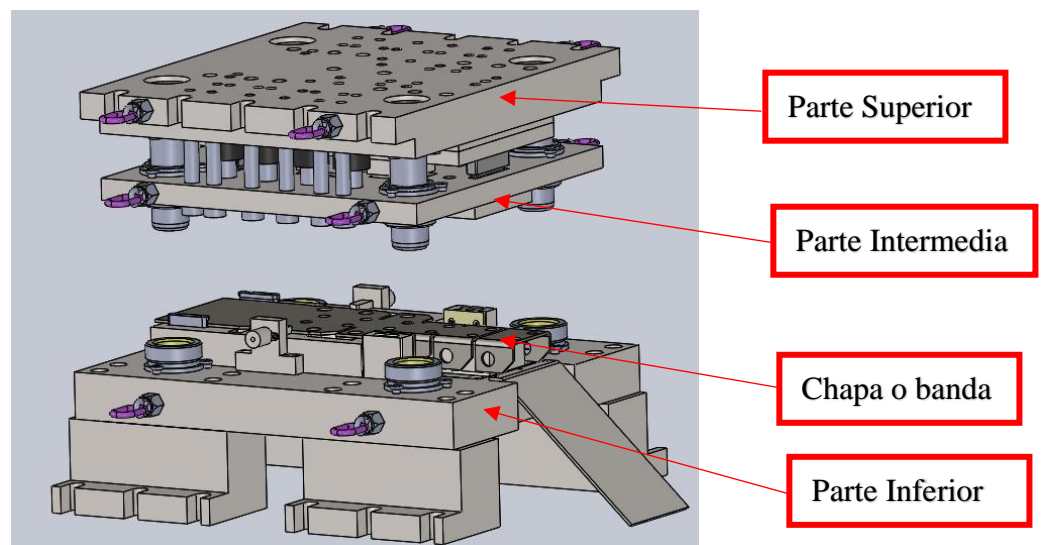


Figura 9:Partes del troquel

El guiado de las placas se realiza mediante cuatro columnas guía colocadas en la parte superior del troquel y casquillos guía en las partes intermedia e inferior. Los punzones están amarrados en la división superior y son guiados por la división intermedia hasta las matrices de corte colocadas en la parte inferior del troquel.

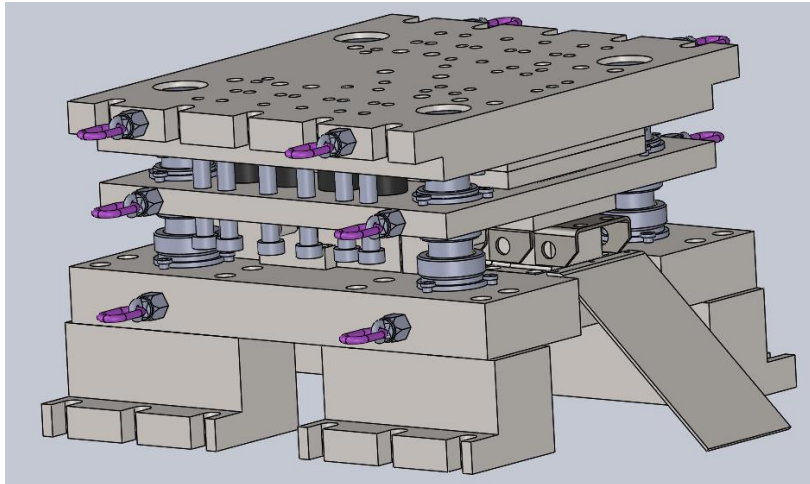


Figura 10: Troquel cerrado

La carrera de la prensa necesaria para cerrar por completo el troquel es de 196mm existiendo una distancia de 175mm entre la placa matriz y la placa guía, y una distancia de 32mm entre la placa intermedia y la portapunzones. Con el troquel cerrado existe una distancia de 7mm entre estas dos últimas placas para evitar posibles golpes.

Cuando el troquel está abierto los punzones se encuentran 2mm escondidos en la placa guía y cuando se cierra el troquel sobresalen de esta 23mm y se introducen 19mm en las placas matriz puesto que el espesor de la chapa es 4mm. Por lo tanto, la carrera de los punzones es de 25mm.

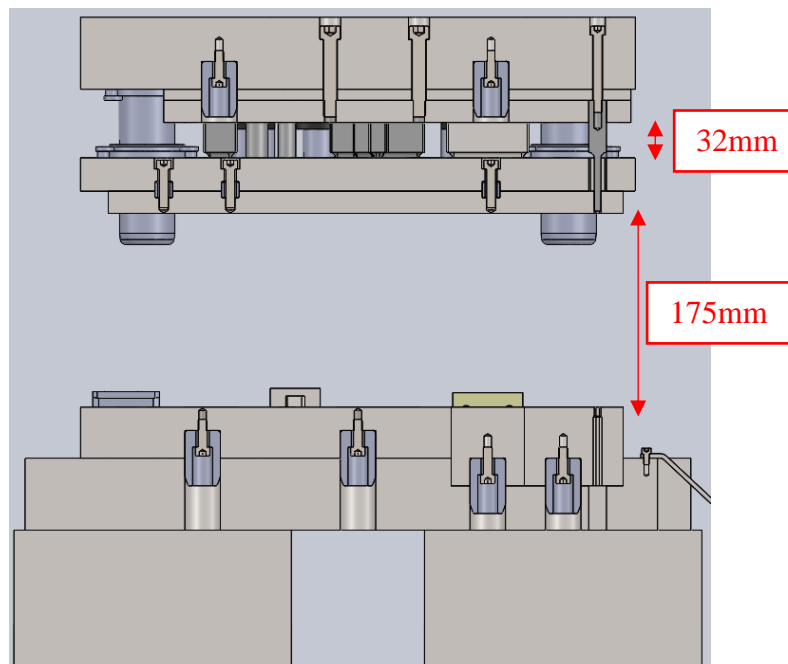


Figura 11: Distancias entre placas con el troquel abierto

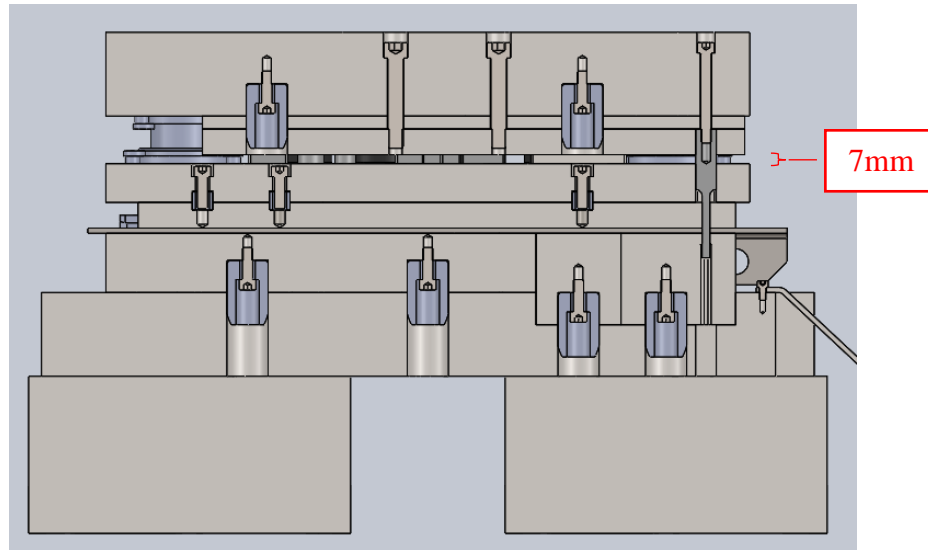


Figura 12: Distancias entre placas con el troquel cerrado

El peso del troquel completo es aproximadamente de 560kg.

A continuación, se procede a explicar las diferentes partes que componen el troquel y los elementos por los que están formadas cada una de ellas.

4.3.1 PARTE SUPERIOR

Compuesta por las placas de sujeción de los punzones, por los punzones propiamente dichos y las columnas guía, entre otros.

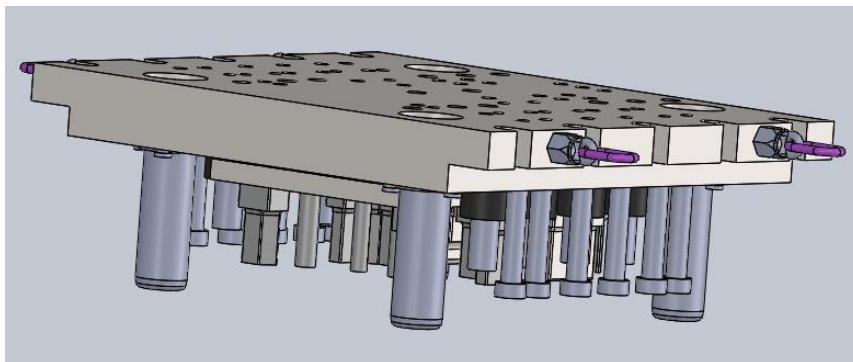


Figura 13: Parte superior del troquel (a)

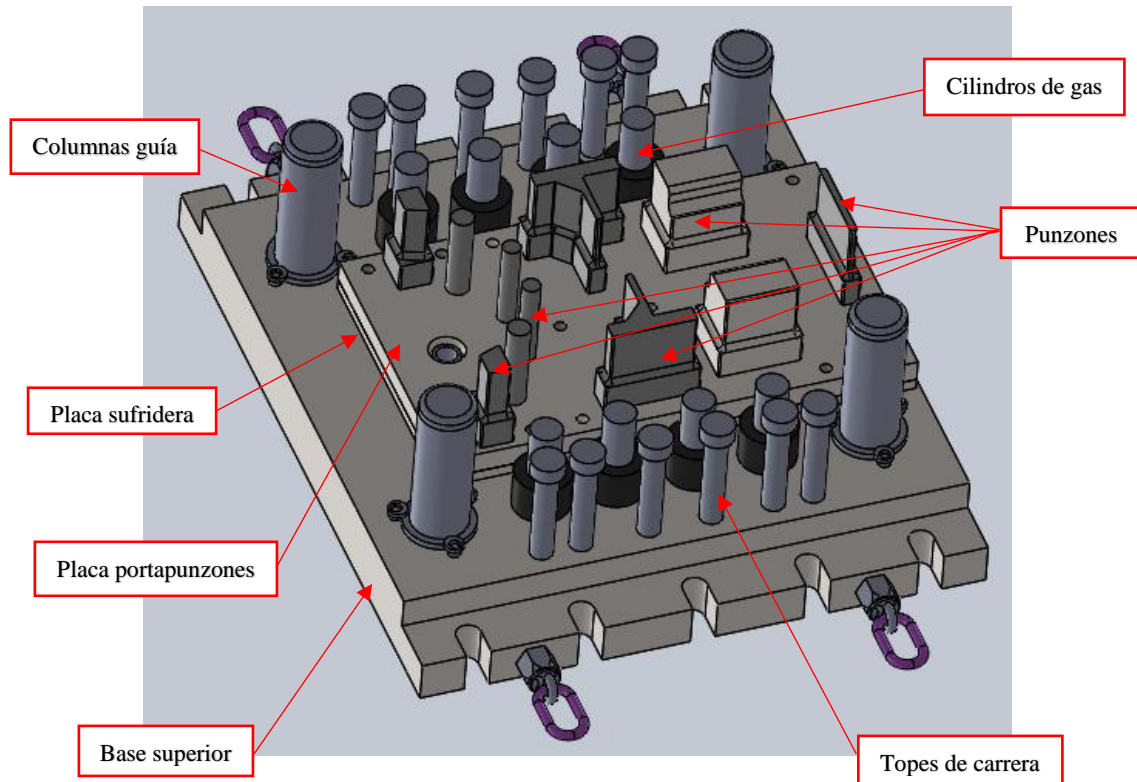


Figura 14: Parte superior del troquel (b)

4.3.1.1 BASE SUPERIOR

Es la parte del troquel que va fijada, fuertemente, a la mesa corredera de la prensa mediante tensores de ranuras en T y recibe el movimiento de la prensa transmitiéndolo a los punzones que conforman la banda. Sobre esta placa se montan y amarran todas las piezas que componen la parte superior del troquel. Debido a esto y a que debe soportar los esfuerzos de trabajo, el espesor de esta pieza es grande (65mm), así como su peso que es próximo a los 123kg.

Esta pieza se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.001). El acero con el que se fabricará es el F-1140, al que se someterá a un tratamiento inicial de normalizado y tras su mecanizado se le realizará un recocido de ablandamiento.

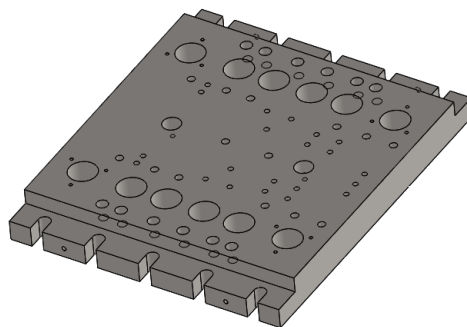


Figura 15: Base superior

4.3.1.2 PLACA SUFRIDERA

Se interpone entre la base superior y la placa portapunzones y su objetivo es impedir que los punzones, por la sucesión de golpes, se lleguen a incrustar en la placa superior. Tiene un espesor de 10mm y se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.002). El acero con el que se fabricará es el F-1252, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 55HRC con una penetración de 4-5mm, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

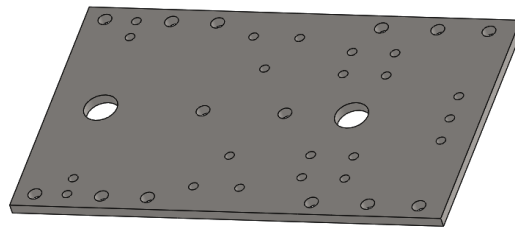


Figura 16:Placa sufridera

4.3.1.3 PLACA PORTAPUNZONES

Sobre esta placa se montan los punzones y sirve de posicionador para estos.

Esta pieza se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.003). El acero con el que se fabricará es el F-1140, al que se someterá a un tratamiento inicial de normalizado y tras su mecanizado se le realizará un recocido de ablandamiento.

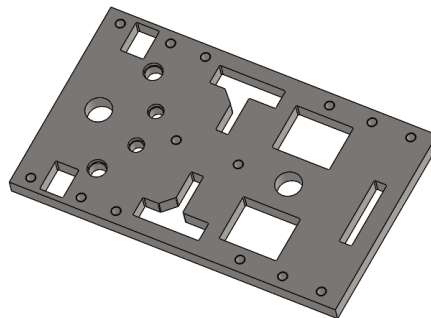


Figura 17:Placa portapunzones

4.3.1.4 PERNOS CENTRADORES

Estos elementos son los encargados de alinear correctamente las placas portapunzones, sufridera y superior. El proveedor de estos centradores recomienda su uso

en troqueles, puesto que permiten un centrado de precisión y un fácil montaje y desmontaje. El proveedor es MEUSBURGER y el artículo seleccionado se muestra en la siguiente figura:

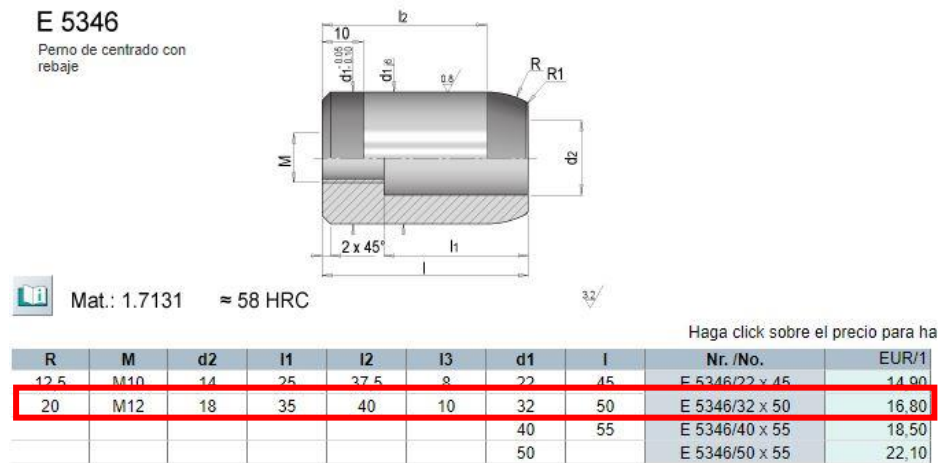


Figura 18:Perno centrador

4.3.1.5 PUNZONES DE ENTALLA

Son los útiles de corte encargados de realizar las entallas sobre la banda. Estas entallas servirán para asegurar el correcto posicionado de la banda y así conseguir la fabricación precisa de las piezas. El vástago del punzón dispone de las dimensiones y la geometría necesaria para realizar el corte y la cabeza es la parte que entra en contacto con la placa sufridera. Se fabricarán dos unidades conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.004). El acero con el que se fabricará es el F-5603, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 60HRC con una penetración de 4-5mm en el vástago del punzón, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

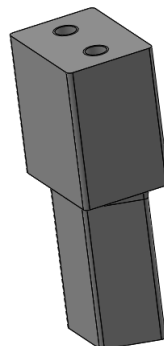


Figura 19:Punzón de entalla

4.3.1.6 PUNZONES DE AGUJEROS

Los punzones usados para realizar los agujeros de diámetros 16 y 20mm, son comerciales y están fabricados según la normativa ISO 8020 Form A. Estos punzones no se amarrarán mediante tornillos como el resto, sino que se colocarán en unos rebajes practicados en la placa portapunzones. El proveedor es MEUSBURGER y los artículos seleccionados se muestran en las siguientes figuras:

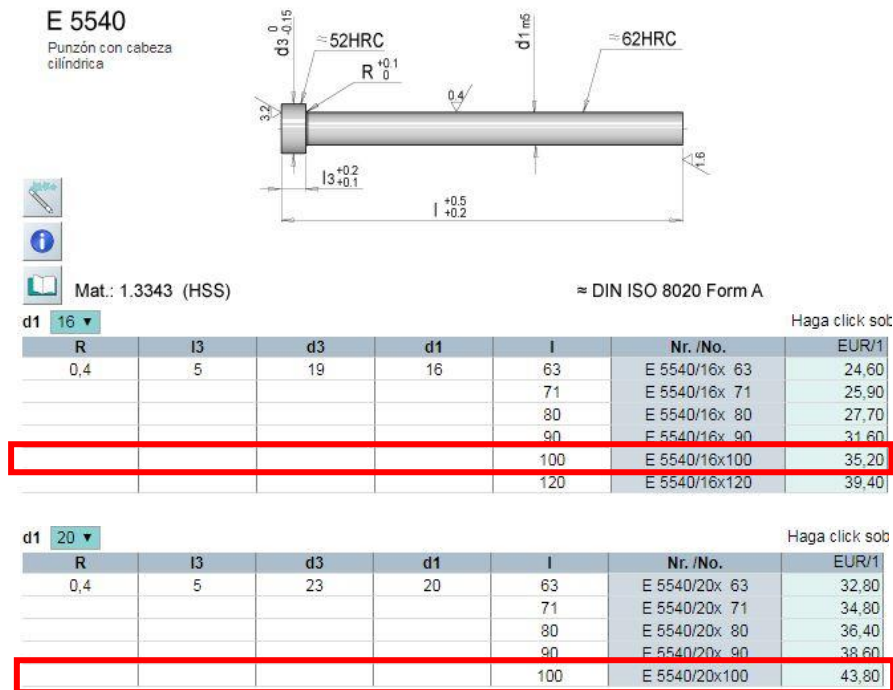


Figura 20: Punzones de diámetros 16 y 20mm

4.3.1.7 PUNZONES DE CONTORNO

Son los útiles de corte encargados de realizar el contorno exterior de la pieza.

Se fabricarán dos unidades conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.005). El acero con el que se fabricará es el F-5603, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 60HRC con una penetración de 4-5mm en el vástago del punzón, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

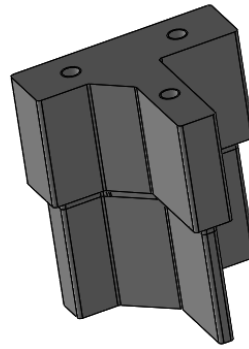


Figura 21: Punzón de contorno

4.3.1.8 PUNZONES DE DOBLADO

Son los útiles encargados de realizar el doblado de las alas de la pieza para que adquiera su forma de U.

Estos punzones disponen de una geometría denotada como “rompe fibras”, que consigue eliminar la recuperación elástica del material producida tras una operación de doblado. La solución de este problema de recuperación de la chapa se consigue haciendo ligeramente más grande el radio interior del punzón, en la zona que debe definir la curva del doblado, y terminando el radio en un ángulo de salida.

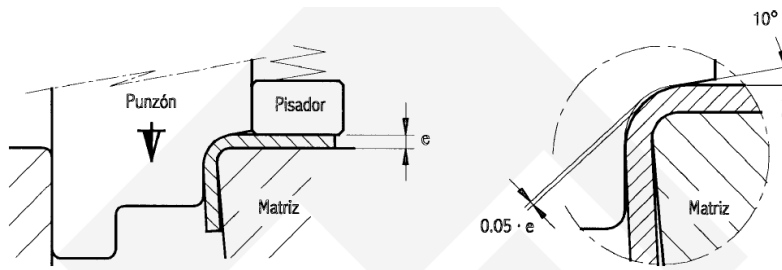


Figura 22: Rompefibras

Esta geometría permite “aplastar” la chapa en la zona del radio del doblado y así conseguir que no se produzca la recuperación del material.

Se fabricarán dos unidades conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.006). El acero con el que se fabricará es el F-1252, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 55HRC con una penetración de 4-5mm en el vástago del punzón, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

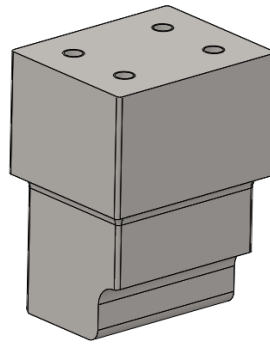


Figura 23: Punzón de doblado

4.3.1.9 PUNZÓN DE TRONZADO

Es el útil de corte encargado de separar la pieza ya terminada de la banda. Se fabricará una unidad conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.007). El acero con el que se fabricará es el F-5603, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 60HRC con una penetración de 4-5mm en el vástago del punzón, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

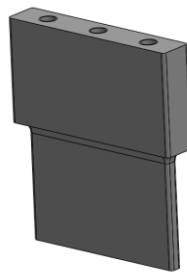


Figura 24: Punzón de tronzado

4.3.1.10 COLUMNAS GUÍA

La misión principal de las columnas guía es la de posicionar adecuadamente las tres partes del troquel (superior intermedia e inferior), durante la carrera de descenso, para que el conformado de la chapa se realice correctamente. En este caso van sujetas a la base superior y su diámetro es de 50mm. La sujeción de las columnas a la base superior se consigue mediante un disco de amarre y tres bridas excéntricas como recomienda el proveedor. Estos elementos son comerciales, el proveedor es MEUSBURGER y los artículos seleccionados se muestran en las siguientes figuras:

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

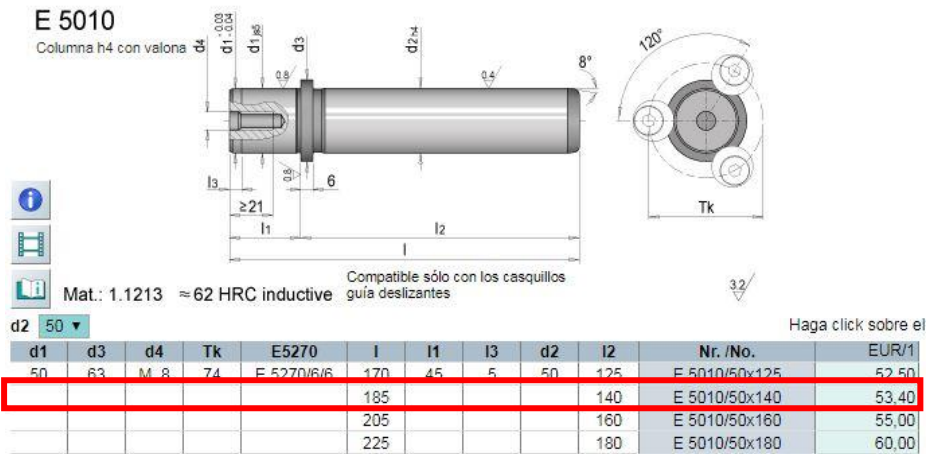


Figura 25:Columna guía

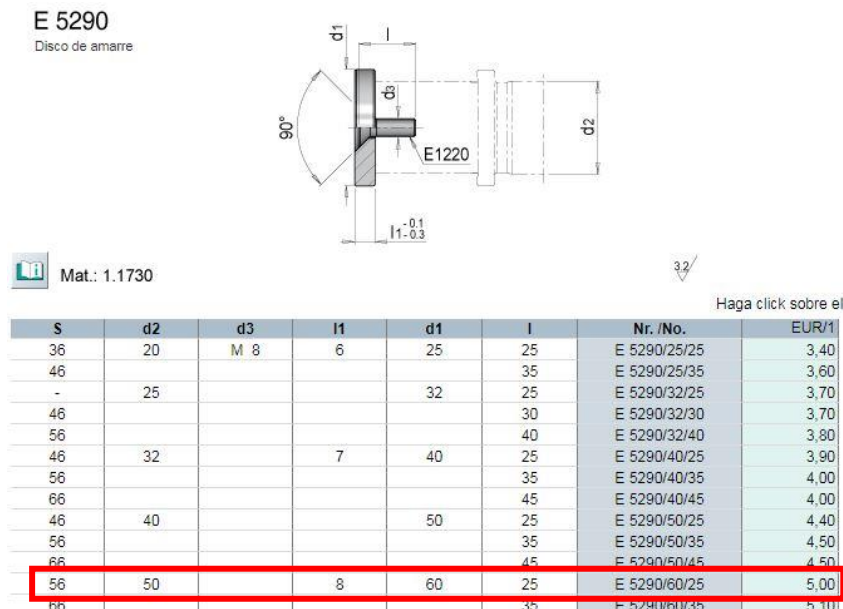


Figura 26:Disco de amarre de columna guía

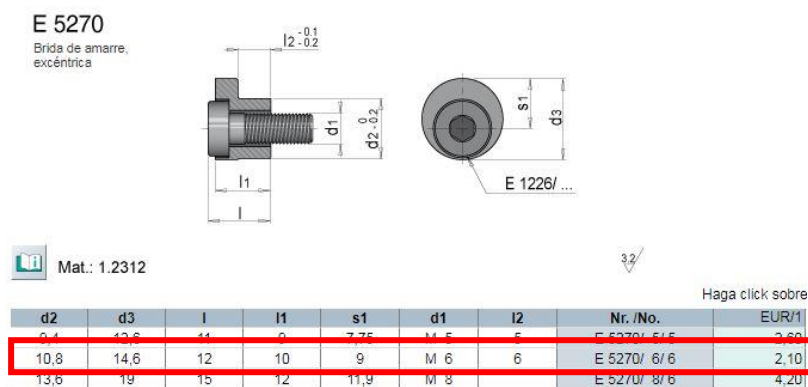


Figura 27:Brida de amarre de columna guía

4.3.1.11 CILINDROS DE GAS

Los cilindros de gas son los elementos encargados de aportar la fuerza suficiente a la placa pisadora o prensachapas para que mantengan inmóvil la banda durante el proceso de punzonado y doblado. De esta manera se consigue evitar la deformación indeseada de la chapa y la consiguiente mala calidad resultante de las piezas. Asimismo, aplican la carga necesaria para salvar la fuerza de extracción que se genera por el rozamiento entre punzones y la chapa durante la carrera de retroceso del troquel. En la memoria justificativa (apartado 1.4.2.5) se llega a la conclusión que son necesarios 8 cilindros para asegurar el correcto funcionamiento del troquel. Se colocan en unos alojamientos circulares practicados en la base superior y se amarran a esta por medio de tornillos, los vástagos se apoyan en la placa intermedia. Estos elementos son comerciales, el proveedor es SPECIAL SPRINGS y el artículo seleccionado se muestra en la siguiente figura:

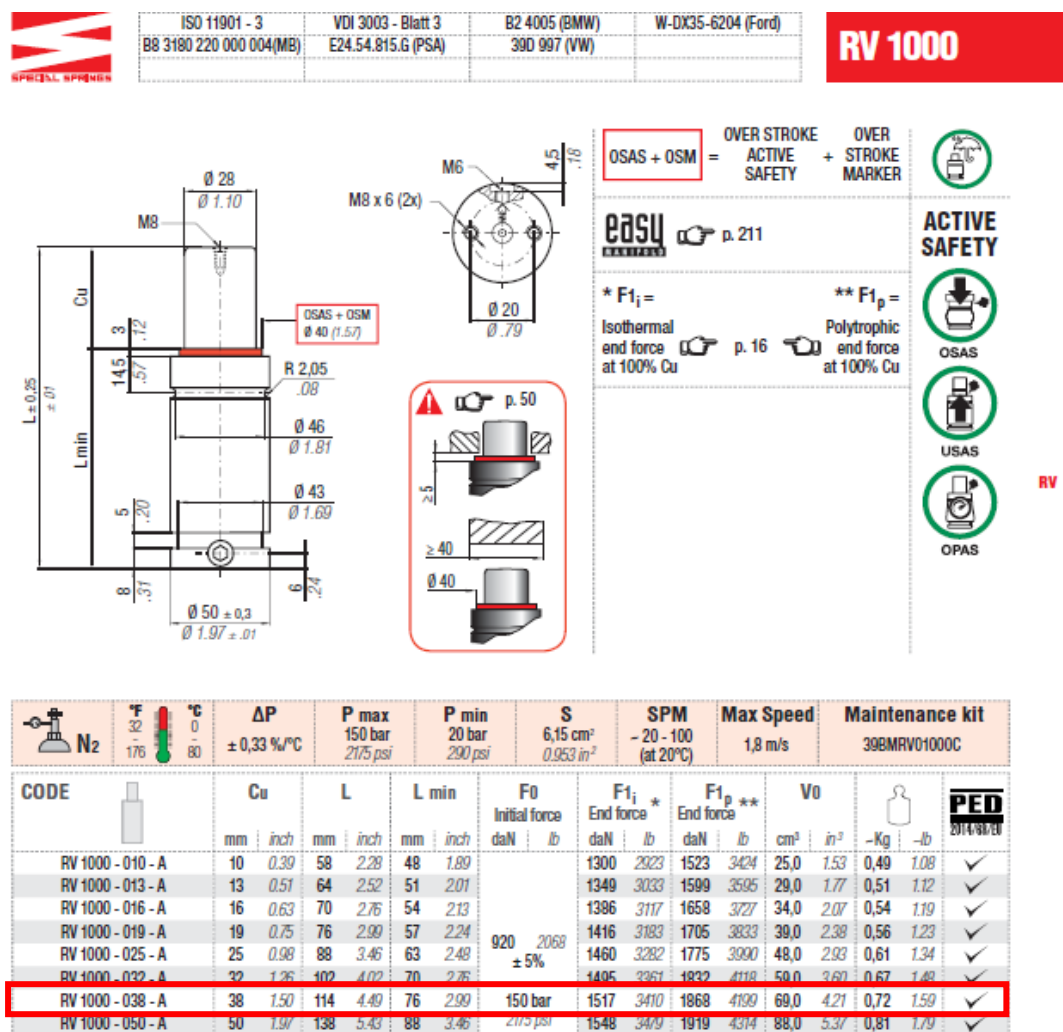


Figura 28: Cilindro de gas

4.3.1.12 TORNILLO TOPE

Este componente es el encargado de mantener a la distancia deseada la parte intermedia del troquel respecto de la parte superior. Cuando el troquel está completa o parcialmente abierto estos tornillos son los responsables de que la parte intermedia del troquel pueda ascender.

Se encuentran roscados a la base superior y pasan a través de la placa intermedia, la cabeza de los tornillos se apoya en la parte inferior de esta última placa para llevar a cabo su función. El proveedor es MEUSBURGER y el artículo seleccionado se muestra en la siguiente figura:

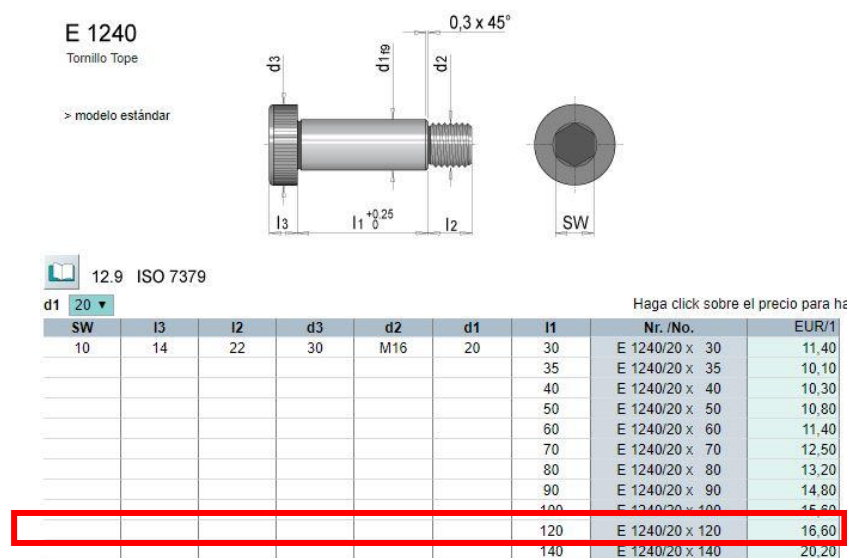


Figura 29: Tornillo tope

4.3.1.13 TORNILLOS DE FIJACIÓN

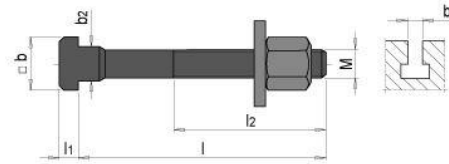
Todos los tornillos de fijación, de los diferentes elementos de los que se compone la parte superior del troquel, son del tipo Allen con cabeza circular (DIN 921) y serán suministrados por el proveedor MEUSBURGER.

4.3.1.14 TENSOR DE RANURAS EN T

El amarre de la parte superior del troquel, a la mesa corredera de la prensa, se realiza por medio de tensores de ranuras en T que irán alojados en las ranuras practicadas en el contorno exterior de la base superior. El proveedor es MEUSBURGER y el artículo seleccionado se muestra en la siguiente figura:

HWS 9010

Tensor para ranuras en T, completo



M M20

Haga click sobre

b	b2	l1	l2	FKJ*	M	b1	l	Nr. /No.	EUR/1
32	19,7	12	65	8,8	M20	20	100	HWS 9010/20/20/100	17,90
			85				125	HWS 9010/20/20/125	18,70
			110				160	HWS 9010/20/20/160	19,60

Figura 30: Tensor para ranuras en T

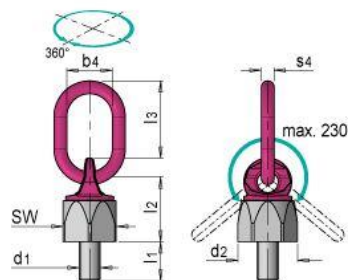
4.3.1.15 CÁNCAMOS

Estos elementos servirán para facilitar las tareas de transporte de las diferentes partes del troquel (superior, intermedia e inferior). Se roscarán cuatro de estos elementos a las piezas más grandes de cada división. Se han seleccionado del tipo giratorio y orientable para facilitar el amarre con cintas o cadenas. El proveedor es MEUSBURGER y el artículo seleccionado se muestra en la siguiente figura:

E 1274

Cáncamo giratorio y orientable

RUD



CE

Haga click sobre

SW	b4	l1	l2	l3	d2	s4	d1	Nr. /No.	EUR/1
28	29	13	36	31	30	8	M 8	E 1274/ 8	60,10
30		17	45	33	36		M10	E 1274/10	72,30
36	35	21	54	51	42	10	M12	E 1274/12	75,40

Figura 31: Cáncamo

El peso que se puede elevar con estos cáncamos se muestra en la siguiente figura:

d1	max. kg	max. kg	max. kg	max. kg
M 8	600	300	600	420
M10	900	450	900	630
M12	1200	600	1200	840

Figura 32: Cargas elevadas por los cáncamos

4.3.2 PARTE INTERMEDIA

Compuesta por las placas intermedia, guía, los casquillos de guiado, los casquillos centradores de placas y los cáncamos.

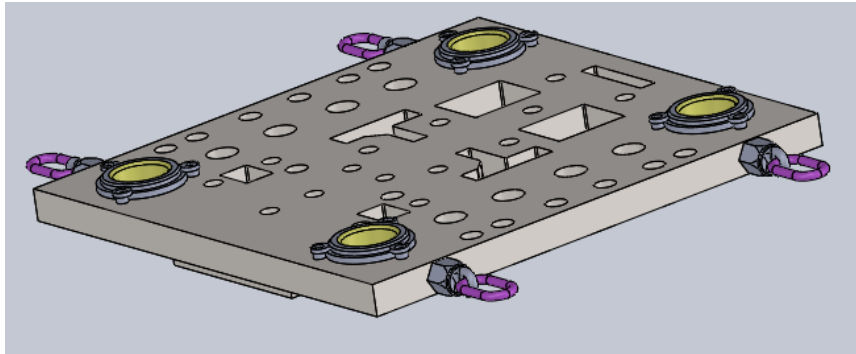


Figura 33: Parte intermedia del troquel (a)

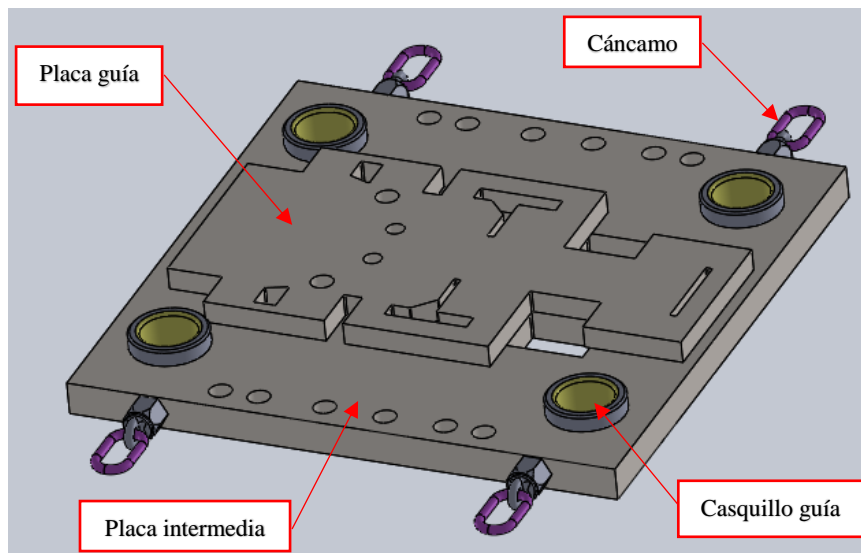


Figura 34: Parte intermedia del troquel (b)

4.3.2.1 PLACA INTERMEDIA

Es la placa sobre la que se monta la placa guía de punzones que también actúa como pisadora o prensachapas. En esta placa se ejecutan los orificios donde se colocarán los casquillos guía para conseguir la correcta alineación de las partes del troquel. Sobre esta placa actúan los cilindros de gas, cuyo vástago va alojado en una serie de rebajes. También es la placa sobre la que apoyan los tornillos topes para elevar la parte intermedia del troquel.

Tiene un espesor de 30mm y se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.008). El acero con el que se fabricará es el F-1140, al que se someterá a un tratamiento inicial de normalizado y tras su mecanizado se le realizará un recocido de ablandamiento. Tiene un peso aproximado de 47kg.

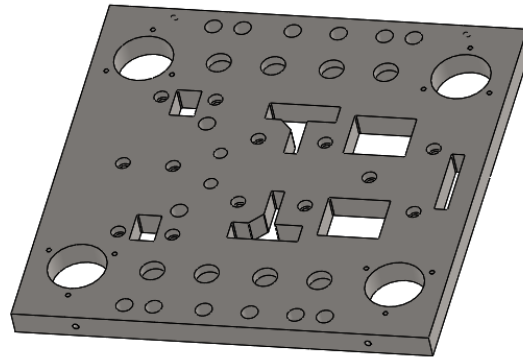


Figura 35:Placa intermedia

4.3.2.2 PLACA GUÍA Y PRENSACHAPAS

Es el elemento encargado de guiar los punzones durante la carrera de descenso del troquel. Entre los punzones y los agujeros de la placa guía existe un ajuste con juego para evitar un rozamiento excesivo.

Tiene un espesor de 20mm y se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.009). El acero con el que se fabricará es el F-1252, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 55HRC con una penetración de 4-5mm, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

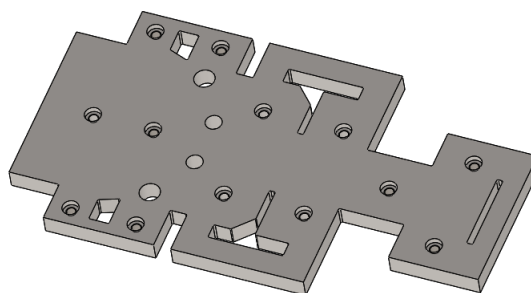
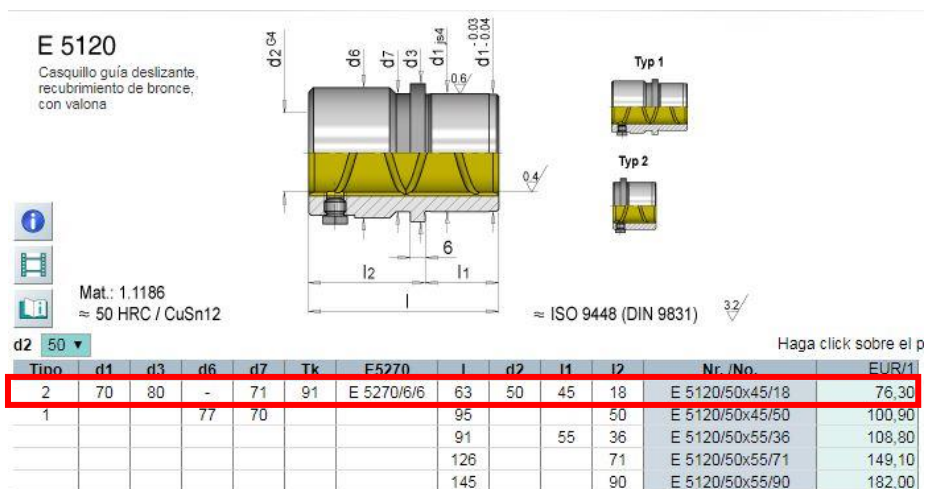


Figura 36:Placa guía y prensachapas

4.3.2.3 CASQUILLO GUÍA

Su misión es la de guiar a la columna amarrada en la parte superior del troquel para conseguir un correcto alineamiento de las tres partes de la matriz y así poder ejecutar el conformado de la chapa de forma adecuada.

En este caso van sujetos a la placa intermedia y su diámetro interior es de 50mm. La sujeción de los casquillos a la placa se consigue mediante tres bridas excéntricas como recomienda el proveedor (las bridas son las mismas que las del apartado 4.3.1.10 dentro del troquel superior). Este elemento es comercial, el proveedor es MEUSBURGER y el artículo seleccionado se muestra en la siguiente figura:



4.3.2.5 TORNILLOS DE FIJACIÓN

Igual a lo explicado en el apartado 4.3.1.13 dentro del troquel superior.

4.3.2.6 CÁNCAMOS

Igual a lo explicado en el apartado 4.3.1.15 dentro del troquel superior.

4.3.3 PARTE INFERIOR

Compuesta por la base inferior, las matrices, los casquillos guía, los cursores y los calzos, entre otros.

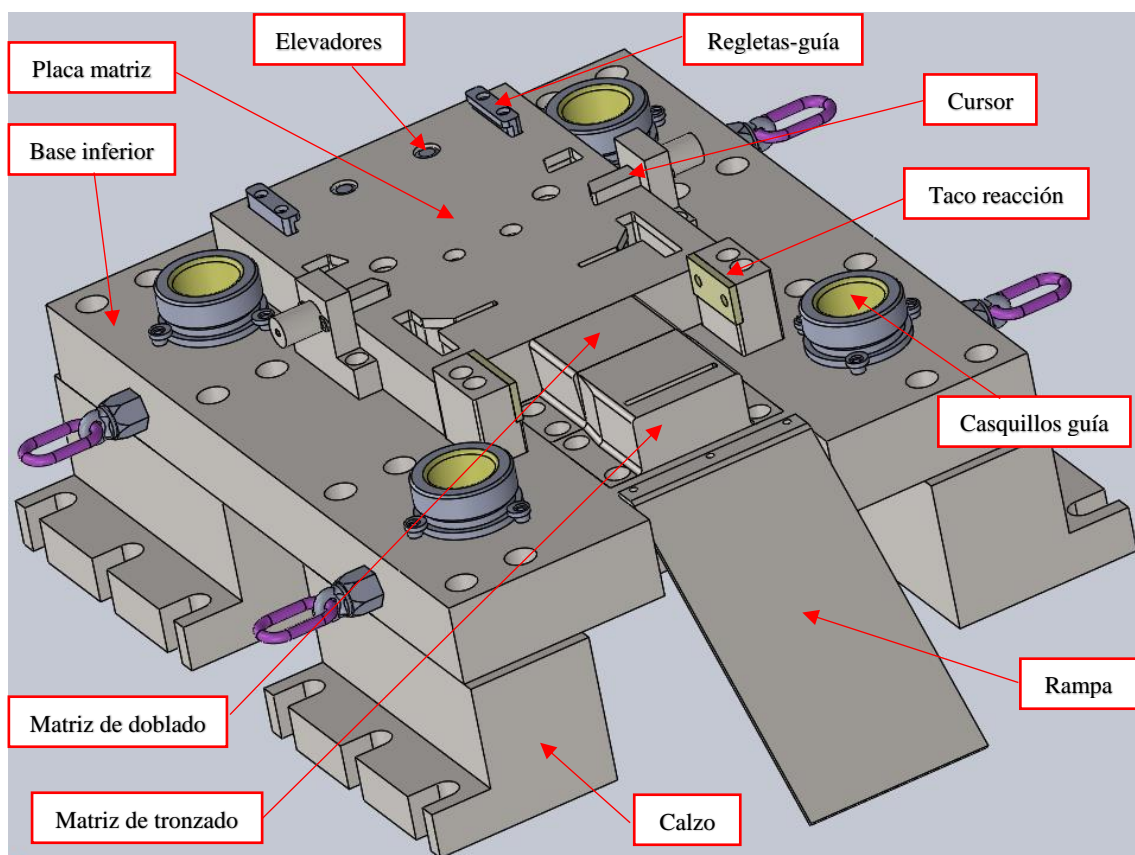


Figura 39: Parte inferior del troquel

4.3.3.1 BASE INFERIOR

Es la parte del troquel que va fijada, fuertemente, a la mesa fija o suplemento de la prensa mediante tensores de ranuras en T. Sobre esta placa se montan y amarran todas las piezas que componen la parte inferior del troquel. Debido a esto y a que debe soportar los esfuerzos de trabajo, el espesor de esta pieza es grande (65mm), así como su peso que es próximo a los 123kg. Esta pieza se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.010). El acero con el que se fabricará es el F-1140, al que se someterá a un tratamiento inicial de normalizado y tras su mecanizado se le realizará un recocido de ablandamiento.

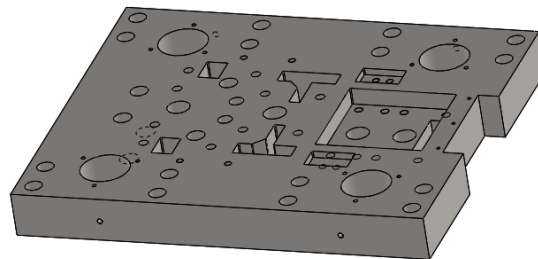


Figura 40: Base inferior

4.3.3.2 PLACA MATRIZ

Esta placa lleva practicados los orificios de las matrices de corte de las fases 1 a 4 donde se realizan los cortes de las entallas, los agujeros circulares y el contorno de la pieza. Tienen un filo de corte de 8mm de espesor y luego se ensancha el orificio para facilitar la caída del retal. Sobre esta placa se montan las regletas-guía y los elevadores de banda. Tiene un espesor de 46mm y se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.011). El acero con el que se fabricará es el F-1252, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 55HRC con una penetración de 4-5mm, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

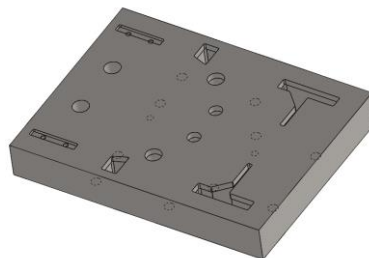


Figura 41: Placa matriz

4.3.3.3 MATRIZ DE DOBLADO

Esta pieza permite realizar correctamente la operación de doblado de las alas de la pieza. Dispone de un ángulo de desahogo, para la chapa, de 5° que hace posible que las alas de la pieza dobladas se cierren más de lo que harían en caso de que la matriz no tuviese dicho ángulo. De esta forma se consigue que el ángulo que deben adquirir las alas sea más próximo al requerido. Esta pieza se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.012). El acero con el que se fabricará es el F-1252, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 55HRC con una penetración de 4-5mm, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

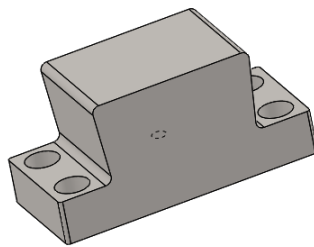


Figura 42:Matriz de doblado

4.3.3.4 MATRIZ DE TRONZADO

Permite llevar a cabo correctamente la operación de tronzado de la pieza. Dispone de un chaflán para que la pieza, que ha sido doblada en la fase anterior, pueda posicionarse sin ningún tipo de interferencia. Esta pieza se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.013). El acero con el que se fabricará es el F-1252, al que se someterá a un temple y revenido, tras su mecanizado, para conseguir una dureza de 55HRC con una penetración de 4-5mm, posteriormente se le realizará un rectificado para el afinado de dimensiones y acabados.

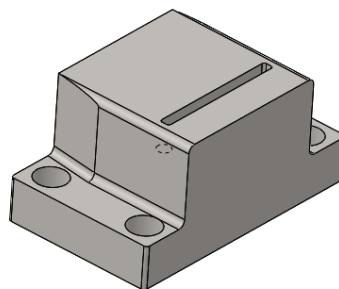


Figura 43:Matriz de tronzado

4.3.3.5 PERNOS CENTRADORES

Similar a lo explicado en el apartado 4.3.1.4 dentro del troquel superior.

4.3.3.6 CASQUILLO GUÍA

Similar a lo explicado en el apartado 4.3.2.3 dentro del troquel intermedio pero el artículo seleccionado es el siguiente:

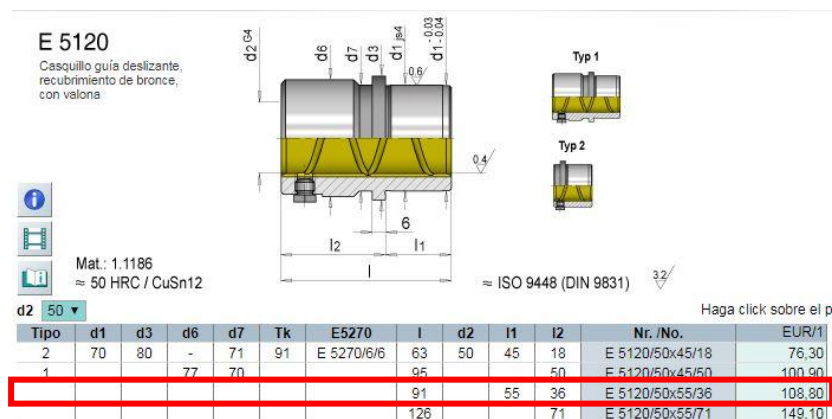


Figura 44: Casquillo guía base inferior

4.3.3.7 REGLETA-GUÍA Y ELEVADORES DE BANDA

Las regletas sirven para guiar la banda por el troquel, para que no se desvíe la chapa a su entrada a la matriz. Este guiado es inicial, puesto que el posicionado de precisión lo realizan los cursores. Estas regletas se colocan a una distancia superior a la anchura de la banda (+0.5mm) para evitar el frenado de la chapa. También limitan la altura a la que los elevadores levantan la chapa.

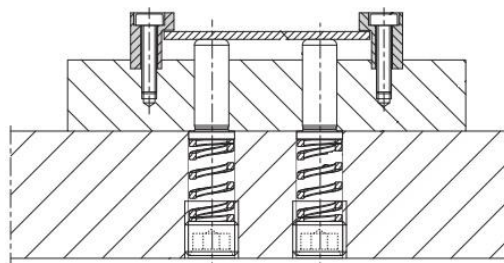


Figura 45: Sistema de guiado y elevación de banda

Los elevadores de banda son necesarios para evitar que las rebabas producidas, en el corte de la chapa, interfieran con el correcto avance de la tira de acero. Los elevadores

se componen de un cilindro de acero, que es elevado por un muelle. La presión que ejerce este muelle se regula con una tuerca o tapón roscado a la base inferior. Una vez elevada la banda la placa pisadora se encarga de comprimirla contra las matrices de corte y doblado. Estos elementos son comerciales, el proveedor es MEUSBURGER y los artículos seleccionados se muestran en las siguientes figuras:

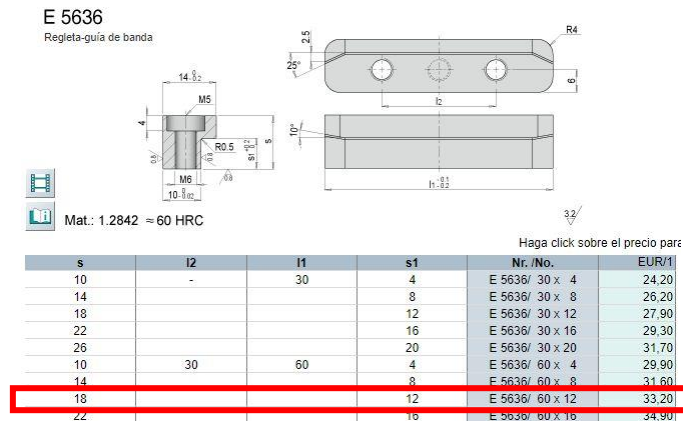


Figura 46:Regleta-guía de banda

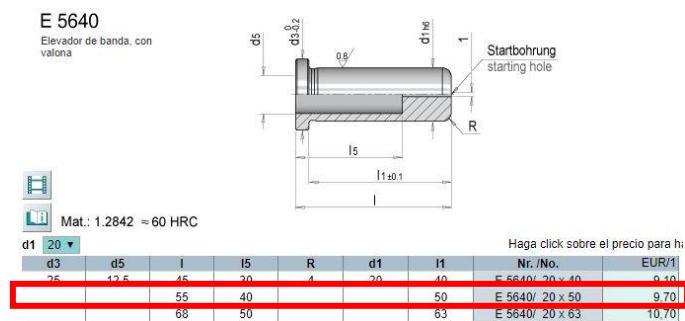


Figura 47:Elevador de banda

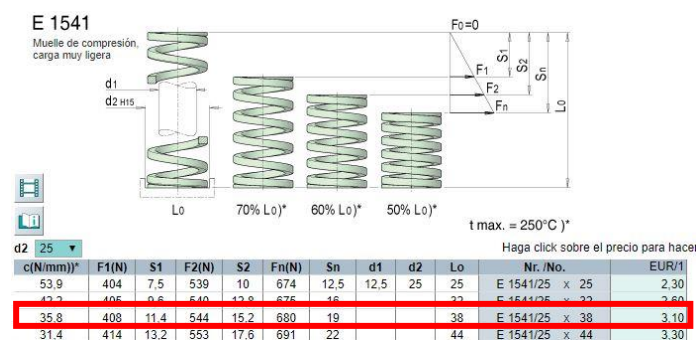


Figura 48:Muelle de elevador de banda

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

E 1548
Tapón roscado de acero

Mat.: Stahl / steel

12.9

Haga click sobre el precio par

SW	l	d1	Nr./No.	EUR/1
6	10	M12 x 1,5	E 1548/12	1,10
		M14 x 1,5	E 1548/14	1,80
8		M16 x 1,5	E 1548/16	2,30
10		M18 x 1,5	E 1548/18	2,60
	12	M20 x 1,5	E 1548/20	2,90
12		M22 x 1,5	E 1548/22	3,10
14		M24 x 1,5	E 1548/24	3,20
		M27 x 1,5	E 1548/27	3,80
17		M36 x 1,5	E 1548/36	5,00

Figura 49: Tuerca de elevador de banda

4.3.3.8 TACO DE REACCIÓN Y PLACA DESLIZANTE

Para evitar que la reacción producida por la chapa, durante el proceso de doblado, desplace los punzones de doblado hacia el exterior del troquel se colocan unos tacos de acero, atornillados a la base inferior, en los que se apoyan los punzones de doblado y sobre los que deslizan en su movimiento de descenso. Para evitar un excesivo roce entre el punzón y el taco, se interpone una placa deslizante de bronce con insertos de grafito que reduce la fricción del contacto entre punzón y taco.

Los tacos de reacción se fabricarán conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.015). El acero con el que se fabricarán es el F-1140, al que se someterá a un tratamiento inicial de normalizado y tras su mecanizado se le realizará un recocido de ablandamiento.

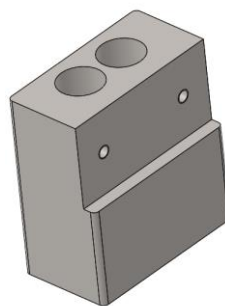


Figura 50: Taco de reacción

La placa deslizante es comercial, el proveedor es MEUSBURGER y el artículo seleccionado se muestra en la siguiente figura:

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

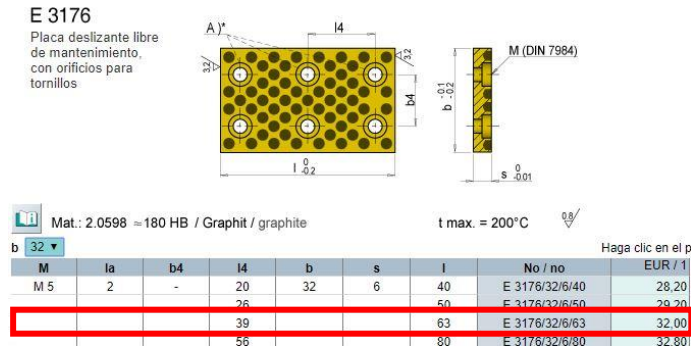


Figura 51:Placa deslizante

4.3.3.9 CURSOR Y MUELLE

El cursor es el elemento que permite un posicionado de precisión de la banda en su avance. Cuando los rodillos de alimentación hacen avanzar a la banda, el cursor se retrae comprimiendo un muelle alojado en la tapa del cursor. Cuando las entallas practicadas, en la banda, llegan a la altura de los cursores, estos salen gracias a la acción de los muelles y posicionan la chapa para que el conformado de esta se realice correctamente.

El cursor se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.016). El acero con el que se fabricarán es el F-1140, al que se someterá a un tratamiento inicial de normalizado y tras su mecanizado se le realizará un nitrurado, consiguiendo una dureza de 50HRC con una penetración de 0.3-0.5mm, para que no sufra desgaste por el roce con la chapa.

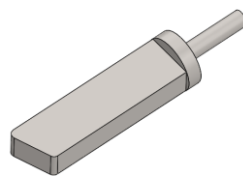


Figura 52:Cursor

El muelle es comercial, el proveedor es MEUSBURGER y el artículo seleccionado se muestra en la siguiente figura:

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

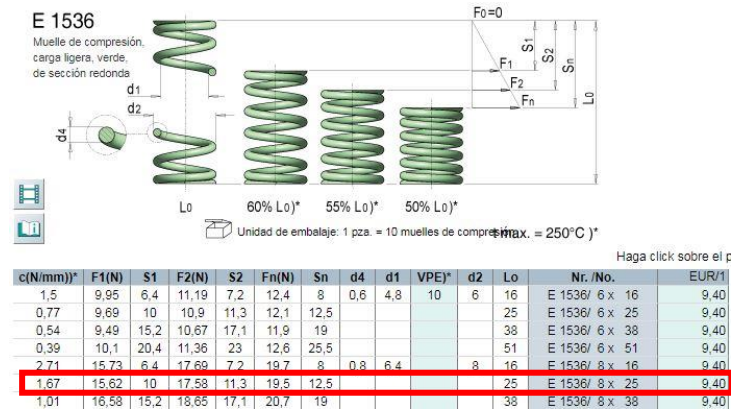


Figura 53:Muelle de cursor

4.3.3.10 SOPORTE Y TAPA DE CURSOR

El soporte de cursor sirve de guía para el cursor propiamente dicho y para posicionarlo correctamente. La tapa del cursor sirve como apoyo del muelle que actúa sobre el cursor.

Estas piezas se fabricarán conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.017 y 100.018). El acero con el que se fabricarán es el F-1140, al que se someterá a un tratamiento inicial de normalizado y tras su mecanizado se le realizará un recocido de ablandamiento.

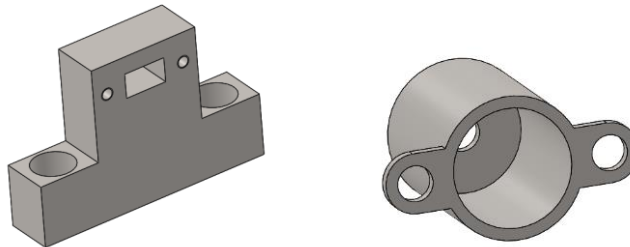


Figura 54:Soporte y tapa de cursor

4.3.3.11 CALZOS

Su función es la de elevar la parte inferior para adecuar las dimensiones del troquel a las de la prensa.

Esta pieza se fabricará conforme a lo plasmado en los planos (Nº plano 100.014). El acero con el que se fabricará es el F-1140, al que se someterá a un tratamiento inicial de normalizado y tras su mecanizado se le realizará un recocido de ablandamiento.

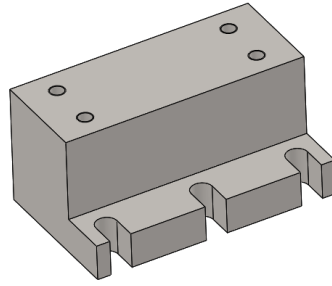


Figura 55:Calzo

4.3.3.12 RAMPA

Se realiza en chapa (Nº plano 100.019) y su función es la de permitir que la pieza se deslice, hasta la cesta de almacenaje de piezas terminadas, tras el tronzado de la misma.

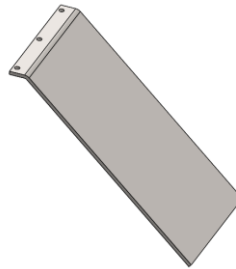


Figura 56:Rampa

4.3.3.13 TORNILLOS DE FIJACIÓN

Similar a lo explicado en el apartado 4.3.1.13 dentro del troquel superior.

4.3.3.14 TENSOR DE RANURAS EN T

Similar a lo explicado en el apartado 4.3.1.14 dentro del troquel superior.

4.3.3.15 CÁNCAMOS

Igual a lo explicado en el apartado 4.3.1.15 dentro del troquel superior



4.4 ACABADO SUPERFICIAL

La mayor parte de las piezas llevan un acabado entrefino N8, aunque en aquellas piezas cuyo ajuste tiene menores tolerancias o en las caras de las placas que van a estar en contacto unas con otras, se utilizan unos acabados de N6.

Las piezas que requieran acabados N6 y también requieran de un tratamiento térmico deberán ser mecanizadas, en primer lugar, luego se tratarán térmicamente y posteriormente recibirán los rectificadores de acabado para alcanzar la calidad superficial. Todos los acabados superficiales vienen especificados en los planos.

4.5 PRENSA

La prensa es la máquina encargada de realizar el trabajo de compresión del troquel y la que debe entregar la presión necesaria para poder llevar a cabo las operaciones de transformación sobre la pancha de acero.

Su funcionamiento se basa en la transformación de la energía proporcionada por el giro de un volante de inercia. Esta energía se convierte en movimiento rectilíneo alternativo del cabezal de la máquina, mediante un mecanismo de biela unido a un árbol de transmisión dotado de un anillo excéntrico regulable.

La prensa para la que se diseñará el troquel pertenece a la marca Sangiacomo, es de tipo excéntrica, de cuello de cisne, con reducción a engranajes. A continuación, se muestran las características de la prensa.

Tabla 1: Características de la prensa

Modelo T20RCE	
Fuerza máxima	2500 kN
Golpes por minuto (regulables)	20 – 50
Potencia del motor	18.5 kW
Carrera regulable	15 – 220 mm
Regulación de corredera	100 mm
Distancia mesa-corredera	H 780 mm
Profundidad cuello de cisne	N 460 mm
Distancia entre montantes	O 700 mm
Mesa y espesor mesa suplemento	L 900 x M 1600 x G 95
Altura de trabajo	F 960 mm
Agujero de mesa	Ø 280 mm
Superficie corredera	R 750 mm x S 1100 mm
Agujero de corredera	Ø 60 x 75 mm
Peso neto	22000 kg
Dimensiones generales	A 4140 mm
	B 2120 mm
	C 2540 mm
	T 3760 mm

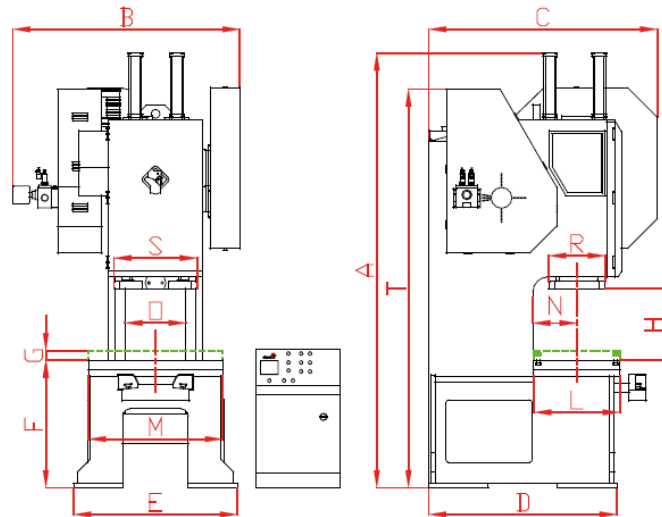


Figura 57: Esquema de la prensa

5 MEMORIA JUSTIFICATIVA

En este apartado se procede a realizar una exposición de los conceptos teórico-prácticos necesarios para diseñar un troquel. Posteriormente se desarrollarán los cálculos necesarios para el diseño de la matriz.

5.1 FUNDAMENTOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

5.1.1 PROCESO DE CORTE

El proceso de corte consiste en la separación, mediante punzón y matriz, de una parte del material a lo largo de una línea definida por el perímetro de ambos elementos.

Los espesores de chapa que se pueden cortar mediante estos procedimientos oscilan entre 0.1mm y unos 20mm, según sea el tipo de producto y su ámbito de aplicación, por lo cual influye notablemente la precisión requerida.

El punzonado o corte de la chapa es un proceso que va asociado a los fenómenos de transformación plástica.

En el proceso de corte de un material se observa que, al descender el punzón, éste ejerce sobre la chapa una presión continua que origina una deformación plástica, originando en la chapa un vientre cóncavo, a este esfuerzo se le opone la reacción propia del material. Luego, el punzón, en su carrera de descenso origina una expansión elástica en el medio interpuesto, en el momento en que el esfuerzo de compresión originado por el punzón es superior a la resistencia mecánica del material, sobreviene un brusco desgarramiento del material. En este momento, el trozo de metal sujeto al punzón se separa del resto y cae por la abertura de la matriz.

A continuación, se muestran las fases que se producen durante el proceso de corte:

1º- El punzón incide sobre la chapa, imprimiendo un esfuerzo perpendicular al sentido de las fibras del material.

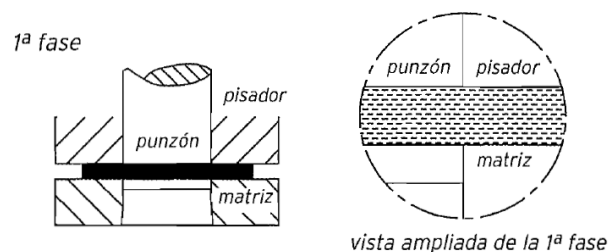


Figura 58: 1ª fase de punzonado

2º- Al continuar presionando, se produce un endurecimiento del material en la zona de corte por efecto de la compactación del material cercano a los filos de corte.

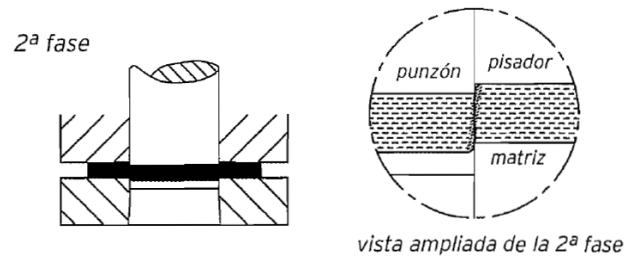


Figura 59: 2ª fase de punzonado

3º- Las fibras continúan comprimiéndose y la rotura se produce una vez que el punzón ha penetrado un tercio del espesor de la chapa. En este punto las fibras están seccionadas pero la chapa continúa siendo una única masa.

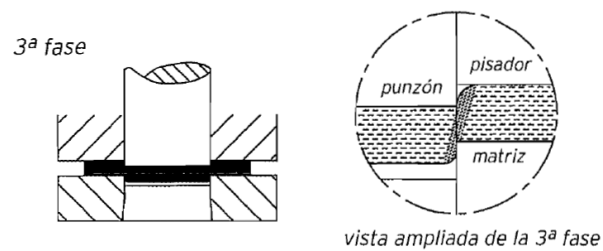


Figura 60: 3ª fase de punzonado

4º- El punzón atraviesa el material en todo su espesor, momento en el que se separa completamente la porción de chapa comprimida entre los filos de corte.

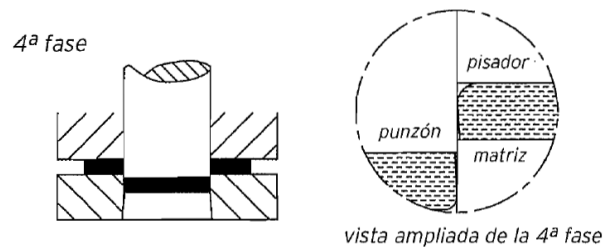


Figura 61: 4ª fase de punzonado

Las piezas correctamente cortadas presentan en su pared de corte una franja laminada o brillante de una anchura aproximada de un tercio del espesor de la chapa. Esta franja aparece en la cara opuesta a la rebaba como consecuencia del rozamiento con la pared de la matriz o con el punzón según sea la operación. Esta franja se manifiesta hasta el punto de rotura de las fibras del material. En los dos tercios restantes se genera una zona rugosa, debido a la rotura, que forma un ángulo ficticio (1° a 6°) respecto a la pared de corte. En esta zona rugosa la medida es inferior a la nominal aproximadamente un 5% del espesor.

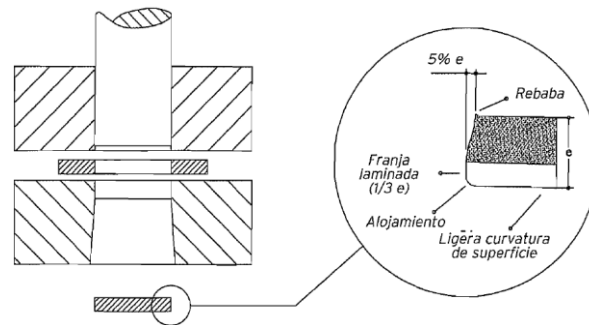


Figura 62: Perfil cortado correctamente

Considerando la relación entre el espesor de la chapa (e) y el diámetro del punzón (d). Se ha hallado teórica y prácticamente que tal relación (e/d), para la chapa de hierro y punzones de acero templado, toma el valor de 1.2, o lo que es lo mismo; $S_{\max} = 1.2 \cdot d$, en la condición límite.

5.1.1.1 HOLGURA ENTRE PUNZÓN Y MATRIZ

La exactitud de las piezas obtenidas mediante el punzonado depende, en primer lugar, de la precisión con que se hayan construido los útiles de corte. La razón de fabricar los útiles con una holgura determinada viene impuesta por la necesidad de reducir, en la medida de lo posible, la presión requerida por el corte. Esta holgura alivia la expansión del material, producida por efecto de la presión de los elementos cortantes sobre la chapa.

En el proceso de corte sólo pueden producirse piezas de calidad aplicando correctamente los valores de tolerancia entre el punzón y la matriz. Además, aparte del resultado final del producto fabricado, las herramientas de corte pueden sufrir desgastes prematuros o, incluso, roturas por la nula o incorrecta aplicación de la holgura.

Una tolerancia de corte demasiado grande permite la fluencia excesiva de la chapa entre los elementos de corte, de tal forma que no existe la compactación necesaria de las fibras para que se produzca su rotura. Así, las piezas aparecen con contornos poco definidos, excesivas rebabas y pequeños desprendimientos de material. Estas partículas

de material se adhieren al filo de corte del punzón y la matriz provocando melladuras e incluso roturas.

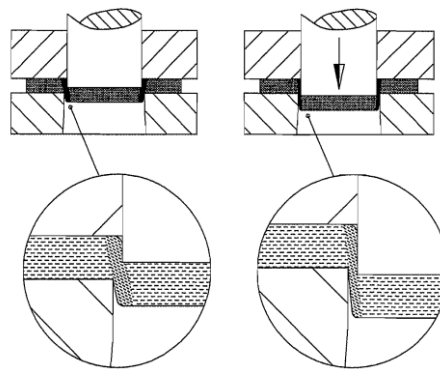


Figura 63: Holgura de punzonado excesiva

Una tolerancia nula o insuficiente impide la expansión del material presionado entre matriz y punzón. Así, las piezas presentan una excesiva laminación de la pared de corte. También, por la falta de fluencia de la chapa se producen grandes esfuerzos radiales en los punzones lo que suele derivar en una rotura.

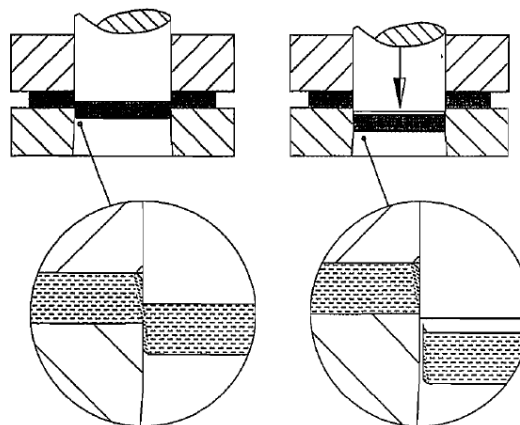


Figura 64: Holgura de punzonado insuficiente

La aplicación correcta de los valores de tolerancia permite conseguir piezas de perfil perfectamente definido y sin rebabas. Los esfuerzos producidos en una matriz con una holgura correcta no generan ni desprendimientos ni incrustaciones de partículas. La presión que se produce sobre las paredes de corte es la adecuada, sin sobre esfuerzos por excesiva laminación.

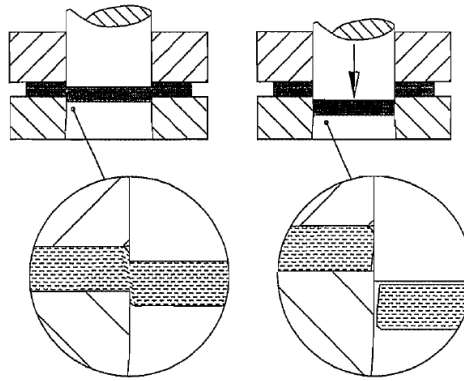


Figura 65: Holgura de punzonado adecuada

Ahora bien, la holgura a aplicar depende del tipo de corte a efectuar, el espesor de la chapa y el material de esta. La holgura se debe aplicar en la matriz o el punzón dependiendo del corte a realizar y la medida nominal se conservará en la otra herramienta.

Si se corta el perímetro exterior de una pieza, se deberá aplicar la holgura al punzón de corte, quedando la matriz con la medida nominal. Si se desea realizar un punzonado interior, el punzón tendrá la medida nominal y la holgura recaerá sobre la matriz.

5.1.2 PROCESO DE DOBLADO

El doblado es la operación más sencilla tras la operación de corte. Consiste en modificar una chapa lisa formando dos o más planos distintos y, en consecuencia, un ángulo o ángulos de aristas más o menos definidas entre ambos planos. Durante esta operación es necesario evitar el alargamiento de la chapa, porque si esto sucede, se obtendría una variación del espesor de la chapa. En esta operación se deforma una pieza de chapa sin modificar su espesor, de manera que todas las secciones permanezcan invariables.

A la hora de realizar el doblado de una pieza, es necesario tener en cuenta los siguientes factores: el radio de curvatura mínimo y la elasticidad del material de la chapa. Siempre que sea posible, se deben evitar los dobleces en esquina viva, para este propósito es aconsejable diseñar los radios de curvatura interiores, con valores iguales o mayores que el espesor de la chapa a doblar, con el fin de no estirar excesivamente las fibras exteriores y para garantizar un doblado sin rotura. Estos radios de curvatura se consideran normalmente:

- de 1 a 2 veces el espesor, para materiales dulces (que es el caso del proyecto),
- de 3 a 4 veces el espesor, para materiales más duros.



5.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En este apartado se desarrollarán los cálculos realizados para el correcto dimensionamiento del troquel. El proceso de cálculo es el siguiente:

- Primero se calcula el desarrollo de la pieza para determinar las dimensiones que deberá tener la bobina de chapa a encargar.
- Luego se calculan los diferentes esfuerzos que se producen durante el proceso de punzonado de la banda.
- A continuación, se calculan las holguras a aplicar en los punzones para mejorar la calidad de las piezas y aumentar la vida útil de los útiles de corte.
- Posteriormente se calcula el esfuerzo necesario para realizar el doblado de la pieza.
- Se calculan las fuerzas que deberán ejercer los cilindros de gas para asegurar el correcto funcionamiento del troquel.
- Por último, se calcula la presión máxima que debe poder desarrollar la prensa y se selecciona una comercial.

5.2.1 DESARROLLO DE LA PIEZA

Para poder obtener un producto final sin defectos y que se ciña a las restricciones marcadas en el plano de la pieza a obtener, es necesario realizar el desarrollo de la pieza.

Este desarrollo consiste en obtener las dimensiones de la pieza antes de llevar a cabo la operación de doblado. Para que las dimensiones finales de la pieza sean correctas primero se debe cortar el perfil de la pieza sobre la banda y posteriormente se realiza el doblado.

Para el cálculo del desarrollo de la pieza es necesario conocer la posición que sigue la línea neutra de la chapa. De las nociones en resistencia de materiales, se sabe que en un sólido sometido a flexión existe, en su sección transversal, una línea que no está sometida ni a tracción ni a compresión y por lo tanto no sufre deformación. Esta característica de la línea neutra es la que hace tan importante su cálculo, puesto que permite conocer la longitud, a cortar, necesaria de la chapa para que al doblarla obtenga las dimensiones requeridas. La línea neutra no se encuentra en mitad del espesor de la sección, sino que en función de diferentes factores toma posiciones diferentes.

En la práctica, se realizan ensayos previos para determinar correctamente la longitud de la línea neutra de la chapa y de estas experiencias se han obtenido unas relaciones (Tabla 2) para obtener previamente la posición de la línea neutra y posteriormente poder calcular la longitud de esta.

Tabla 2: Posición “y” de la fibra neutra en función de la relación r/e

r/e	y
0.2	0.347 e
0.5	0.387 e
1	0.421 e
2	0.451 e
3	0.465 e
4	0.470 e
5	0.478 e
10	0.487 e

e=espesor de la chapa; r = radio de curvatura interno

El espesor de la chapa es de 4mm mientras al igual que el radio de curvaturas, lo que conlleva que la relación r/e sea igual a 1.

$$y = 0.421 \cdot e = 0.421 \cdot 4 = 1.684mm$$

Por lo tanto, la fibra neutra se encuentra a 1.684mm de la parte interior de la pieza.

A continuación, se obtiene la longitud de la línea neutra que coincidirá con la longitud a cortar en la chapa. Para ello, únicamente se deben calcular las longitudes de las líneas en las que se divide la sección transversal.

$$L_{neutra} = 2 \cdot (44 - 8) + (100 - 2 \cdot 8) + 2 \cdot \left[\frac{\pi}{2} \cdot (1.684 + 4) \right] = 173.85mm$$

La longitud de la línea neutra es 173.85mm y por tanto el contorno exterior a cortar de la chapa deberá tener esta longitud.

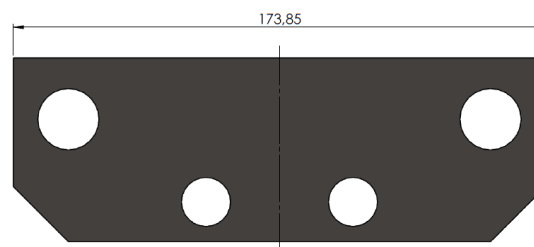


Figura 66: Desarrollo de la pieza



En base a este dato, se hace evidente que la anchura de la plancha que se deberá troquelar deberá ser mayor que la longitud del desarrollo de la chapa. Por este motivo se deberán encargar bobinas, fabricadas a medida, de chapa de acero F-1110 de 4mm de espesor y una anchura de 180mm.

5.2.2 FUERZAS DE PUNZONADO

El punzonado se realiza en las fases 1, 2, 3 y 5 del troquelado de la chapa (plano N° 010.003) que se corresponden con la ejecución de las entallas, los agujeros, el contorno de la pieza y el tronzado final.

En el proceso de punzonado, en el instante en que el punzón ha descendido y ha hecho contacto con la chapa, inicia su acción de compresión, seguida inmediatamente del corte del material.

En el contorno definido por el punzón y la matriz acontece una presión continua debida a la acción del punzón, y a la reacción que se opone a la carga aplicada, por parte del material. El punzón sigue presionando, durante su avance, hasta que la presión que ejerce es superior a la resistencia a la cizalladura del material y entonces, bruscamente, son seccionadas las fibras de éste y queda cortada la pieza. Sin embargo, si cesase el descenso del punzón, la pieza quedaría fuertemente adherida al contorno del material seccionado debido a la recuperación elástica, formando una estructura única.

Por consiguiente, el punzón debe proseguir con su efecto de prensando sobre las piezas recortadas, hasta que finalmente la pieza es expulsada de manera definitiva.

Por lo que se ha visto, durante los primeros tiempos de la carrera, el punzón desarrolla un esfuerzo para vencer la resistencia puesta por la estructura molecular del material. Tras aparecer este esfuerzo, aparece otro derivado de las tensiones elásticas del material, que es muy enérgico y en el que no existe cizalladura alguna. A este esfuerzo se añade el de la resistencia opuesta a la expulsión por parte de las piezas cortadas. También, se produce un esfuerzo cuyo origen es la fricción entre el punzón y el material adyacente a este tras el punzonado.

Estos esfuerzos se denominan de corte, extracción y expulsión y con la suma de ellos se obtiene la fuerza TOTAL de punzonado.

5.2.2.1 FUERZA DE CORTE

La fuerza de corte se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$F_c = P \cdot s \cdot \sigma_T$$

Donde:

P = perímetro de la figura (mm)

s = espesor de la chapa (mm)

σ_T = resistencia a la cortadura (kg/mm²)

El material de la pieza a obtener es el acero F-1110 que contiene una cantidad de carbono de entre 0.1% y 0.2%, para los cálculos se usará el valor más desfavorable de resistencia. El espesor de la chapa es de 4mm y el ancho de la banda es de 180mm.

Tabla 3: Resistencia a la rotura y cortadura de algunos aceros laminados

Material	Resistencia a la rotura σ_R [kg/mm ²]	Resistencia a la cortadura σ_T [kg/mm ²]
Acero laminado, 0.1% de C	31	25
Acero laminado, 0.2% de C	40	32
Acero laminado, 0.3% de C	44	35
Acero laminado, 0.4% de C	56	45
Acero laminado, 0.6% de C	70	56
Acero laminado, 0.8% de C	90	72
Acero laminado, 1% de C	100	80

En la siguiente imagen se muestra los cortes que se efectúan en el troquelado de la chapa y sus dimensiones para facilitar la comprensión de los cálculos.

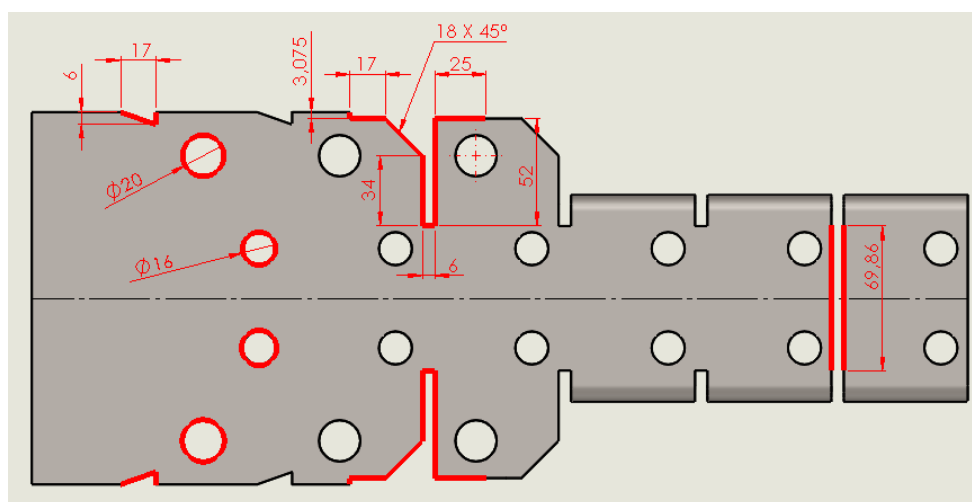


Figura 67: Dimensiones de punzonado



- Fuerza de corte de las entallas para el posicionamiento de la banda:

$$P_1 = 6 + \sqrt{6^2 + 17^2} = 24.1mm$$

$$F_{c1} = 2 \cdot P_1 \cdot s \cdot \sigma_T = 2entallas \cdot 24.1mm \cdot 4mm \cdot 32 \frac{kg}{mm^2} = 6180kg$$

- Fuerza de corte de los agujeros de Ø20:

$$P_2 = \pi \cdot 20 = 62.852mm$$

$$F_{c2} = 2 \cdot P_2 \cdot s \cdot \sigma_T = 2agujeros \cdot 62.852mm \cdot 4mm \cdot 32 \frac{kg}{mm^2} = 16285kg$$

- Fuerza de corte de los agujeros de Ø16:

$$P_3 = \pi \cdot 16 = 50.26mm$$

$$F_{c3} = 2 \cdot P_3 \cdot s \cdot \sigma_T = 2agujeros \cdot 50.26mm \cdot 4mm \cdot 32 \frac{kg}{mm^2} = 12868kg$$

- Fuerza de corte del contorno exterior:

$$P_4 = 3.075 + 17 + \sqrt{18^2 + 18^2} + 34 + 6 + 52 + 25 = 162.53mm$$

$$F_{c4} = 2 \cdot P_4 \cdot s \cdot \sigma_T = 2contornos \cdot 162.53mm \cdot 4mm \cdot 32 \frac{kg}{mm^2} = 41608kg$$

- Fuerza de tronzado:

$$P_5 = 69.86 + 69.86 = 139.72mm$$

$$F_{c5} = P_5 \cdot s \cdot \sigma_T = 139.72mm \cdot 4mm \cdot 32 \frac{kg}{mm^2} = 17884.16kg$$

Tras calcular las fuerzas de corte individuales, la fuerza de corte total será la suma de las individuales:

$$F_{cT} = F_{c1} + F_{c2} + F_{c3} + F_{c4} + F_{c5} = 94625.16kg$$



5.2.2.2 FUERZA DE EXPULSIÓN

La fuerza de expulsión es la necesaria para empujar los retales cortados que han quedado adheridos a la matriz en punzonados anteriores. Este fenómeno se puede producir tanto por expansión del material como por el rozamiento. Este valor se suele tomar entre un 1% - 2% de la fuerza de corte total. En este caso se ha optado por un valor de 1.5%:

$$F_{\text{expulsión}} = 1.5\% \text{ de } F_{cT} = 0.015 \cdot 94625.16 = 1419.4kg$$

5.2.2.3 FUERZA DE EXTRACCIÓN

En el proceso de corte y debido a la recuperación elástica del material de la banda, se produce una adhesión de la chapa a los punzones de corte.

La solución para este problema es la de usar la placa guía (o prensachapas) para sujetar la banda mientras los punzones se retiran y vuelven a su posición inicial. La fuerza para retener la banda en este proceso la llevarán a cabo los cilindros de gas que previamente se habrán comprimido debido a la carrera de la prensa. Por lo tanto, esta fuerza será la usada para el cálculo para la selección de los cilindros de gas.

La fuerza de extracción o de rozamiento se estima mediante un porcentaje que depende del espesor de la chapa y de la naturaleza del material a cortar y este valor oscila entre el 2% y el 9% de la fuerza de corte total. En cualquier caso, y ante la duda, es preferible seleccionar el valor mayor para evitar problemas durante la extracción, sobre todo si el sistema dispone de placa pisadora, como es el caso.

$$F_{\text{extracción}} = 9\% \text{ de } F_{cT} = 0.09 \cdot 94625.16 = 8516.25kg$$

Por lo tanto, la fuerza TOTAL que se requiere para realizar el punzonado de la pieza es entonces:

$$F_{TOTAL} = F_{cT} + F_{\text{expulsión}} + F_{\text{extracción}} = 104560.81kg = 1024695.9N$$

5.2.3 HOLGURA DE PUNZONADO

La correcta aplicación de las holguras en el punzonado permite obtener piezas con bordes perfectamente definidos sin rebabas ni defectos. También permite evitar desgastes prematuros de los útiles de corte e incluso evitar roturas de estos.

En la siguiente tabla se muestran valores de holguras para diferentes tipos de aceros y espesores de chapa:

Espesor (e) del material [mm]	Valores de holgura (F) o franquicia de corte [μm]		
	$\sigma_T = 10 \text{ a } 25 \text{ kg/mm}^2$ (3% de e)	$\sigma_T = 25.1 \text{ a } 40 \text{ kg/mm}^2$ (5% de e)	$\sigma_T = 40.1 \text{ a } 60 \text{ kg/mm}^2$ (7% de e)
0.2	6	10	14
0.5	15	25	35
1	30	50	70
1.5	45	75	105
2	60	100	140
2.5	75	125	175
3	90	150	210
4	120	200	280
5	150	250	350

Figura 68: Valores de holgura para punzones o matrices

Según la tabla para un acero de $\sigma_T=32$ y espesor $e=4\text{mm}$ la holgura total es $F=0.2\text{mm}$ y se aplicará como se indica en la siguiente figura:

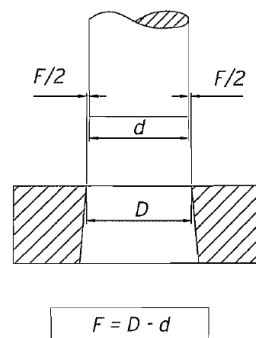


Figura 69: Aplicación de la holgura (F)

5.2.4 FUERZA DE DOBLADO

En la fase 5 del troquelado progresivo de la chapa (plano N° 010.003) se produce el doblado de las alas de la pieza previamente cortadas.

El doblado consiste en modificar el plano original de una chapa, mediante una presión ejercida sobre ésta por un punzón o matriz, generando dos o más planos distintos.

En los procesos de doblado es recomendable que el radio de curvatura interno de la pieza a obtener sea al menos igual al espesor de la chapa ($R_i \geq e$).



La fórmula que se usará para el cálculo de la fuerza de doblado es la siguiente:

$$F_d = \frac{\sigma_D \cdot b \cdot e}{3} = \frac{2 \cdot \sigma_R \cdot b \cdot e}{3}$$

Donde:

F_d = fuerza de doblado (kg)

b = ancho del ala (mm)

e = espesor de chapa (mm)

σ_D = coeficiente aplicable para obtener la cesión y deformación permanente del material (kg/mm²)

σ_R = coeficiente de rotura a la tracción (kg/mm²) (Tabla 3)

$\sigma_D = 2 \sigma_R$ (kg/mm²), relación válida según Schuler y Cincinati para un plegado al aire.

Teniendo en cuenta que el ancho del ala es $b=60\text{mm}$, el espesor de chapa es de $e=4\text{mm}$ y $\sigma_D=40\text{ kg/mm}^2$, se obtiene como resultado una fuerza de doblado (F_d):

$$F_d = \frac{2 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 4}{3} = 6400\text{kg} = 62720\text{N}$$

5.2.5 CÁLCULO DEL LOS CILINDROS DE GAS

Los cilindros de gas tienen la función de asegurar la inmovilización de la chapa durante el proceso de extracción de los punzones, para ello deben aplicar una fuerza superior a la de extracción.

Como se ha calculado en el apartado 1.2.2.2.3 la fuerza de extracción tiene un valor de: $F_{\text{extracción}} = 8516.25\text{ kg} = 83460\text{ N}$

Las características del troquel hacen necesario escoger cilindros de gas con una carrera superior a 25mm y una longitud de entorno a los 100mm. Por ello, el elemento seleccionado tiene una carrera de 38mm y una longitud de 114mm, pero únicamente se usará una carrera de $C_u=25\text{mm}$.

En base a los datos aportados por el fabricante y las restricciones de diseño, se estima que serán necesarios ocho cilindros de gas, lo que resulta en que cada cilindro debe ser capaz de asegurar una carga mínima de: $83460\text{N}/8 = 10432.5\text{N}$

Para el cálculo de la fuerza de cada cilindro se usarán dos expresiones aportadas por el fabricante. Este recomienda aplicarlas a cada caso particular de uso.

5.2.5.1 FUERZA ISOTÉRMICA

La primera fórmula se corresponde con la fuerza isotérmica, se aplica a condiciones de trabajo estáticas en las que no exista un intercambio de calor apreciable.

$$F_{Xi} = P \cdot S \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{S}{V_o} \cdot \frac{Cu}{10}} \right)^n$$

Considerando que $Cu=25\text{mm}$, $V_o=69\text{cm}^3$, $S=6.15\text{cm}^2$, $n=1.17$ y $P=140\text{bar}$:

$$F_{Xi} = 140\text{bar} \cdot 6.15\text{cm}^2 \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{6.15\text{cm}^2}{69\text{cm}^3} \cdot \frac{25\text{mm}}{10 \frac{\text{mm}}{\text{cm}}}} \right)^{1.17} = 1156.4\text{daN} = 11564\text{N}$$

5.2.5.2 FUERZA POLITRÓPICA

La segunda fórmula se corresponde con la fuerza politrópica, se aplica cuando el cilindro se encuentra trabajando y la temperatura del cilindro no es constante.

$$F_{Xp} = P \cdot S \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{S}{V_o} \cdot \frac{Cu}{10}} \right)^{1.58}$$

Considerando que $Cu=25\text{mm}$, $V_o=69\text{cm}^3$, $S=6.15\text{cm}^2$ y $P=140\text{bar}$:

$$F_{Xp} = 140\text{bar} \cdot 6.15\text{cm}^2 \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{6.15\text{cm}^2}{69\text{cm}^3} \cdot \frac{25\text{mm}}{10 \frac{\text{mm}}{\text{cm}}}} \right)^{1.58} = 1282.3\text{daN} = 12823\text{N}$$



Como se puede observar la fuerza politrópica es mayor a la isotérmica, por lo tanto, se ha optado por utilizar la fuerza menor (F_{Xi}) para asegurar que los cilindros ejercerán la carga necesaria para superar la fuerza de extracción y a su vez la fuerza mayor (F_{Xp}) se usará para el cálculo de la prensa.

- Multiplicando F_{Xi} por ocho se obtiene la fuerza mínima que ejercerán los cilindros y que deberá ser superior a 83460N.

$$F_{\min,CG} = 8 \cdot 11564N = 92512N > 83460N = F_{extracción}$$

- Multiplicando F_{Xp} por ocho se obtiene la fuerza máxima que ejercerán los cilindros y que deberá ser tomada en cuenta en el cálculo de la prensa.

$$F_{\max,CG} = 8 \cdot 12823N = 102584N$$

5.2.6 CÁLCULO DE LA PRENSA

La carga que debe poder suministrar la prensa se obtiene, sumando los esfuerzos de las diferentes operaciones que se producen durante el troquelado y aplicando a estos un porcentaje en favor de la seguridad.

La suma de los diferentes esfuerzos tiene en cuenta la carga total del proceso de punzonado, la carga de doblado y la carga de los cilindros de gas:

$$F_{\max} = F_{TOTAL} + F_d + F_{\max,CG} = 1024695.9N + 62720N + 102584N = 1190kN$$

El porcentaje de seguridad que se suele aplicar en estos casos es del 30% de la fuerza máxima, resultando una Fuerza máxima de 1547kN

El uso de las prensas suele restringirse por motivos de seguridad y durabilidad, de las mismas, a un 60-70% de la carga máxima de la prensa (en este caso se usará un término medio del 65%) por lo tanto, se efectúa la siguiente proporcionalidad:

$$F_{prensa} = 0.65 \cdot 1547kN = 2380kN$$



La prensa de que dispone el cliente puede desarrollar una fuerza de 2500kN. Esta fuerza es superior a la que requiere el troquelado de la pieza, por lo que el diseño se adapta a las necesidades del cliente. Por último, se comprueba el tanto por ciento de uso de la prensa comercial:

$$\%USO = \frac{F_{prensa} \cdot 100}{F_{prensa\ comercial}} = \frac{1547kN \cdot 100}{2500kN} = 62\%$$

Logroño (La Rioja), 5 de Julio de 2019

Fdo.:

Gonzalo Treviño Orodea

-----Fin del documento MEMORIA-----



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

PLANOS

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

Para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la
Universidad de La Rioja

Autor:

Gonzalo Treviño Orodea

Director:

Julio Blanco Fernández

Logroño, 5 de Julio de 2019



ÍNDICE

1	LISTADO DE PLANOS	1
2	PLANOS	3
	TROQUEL Y FASES DE LA PIEZA (010.000)	4
	PIEZA (010.001)	5
	DESARROLLO PIEZA (010.002)	6
	FASES DE LA PIEZA (010.003)	7
	TROQUEL SUPERIOR (010.004)	8
	TROQUEL INTERMEDIO (010.005)	9
	TROQUEL INFERIOR (010.006)	10
	BASE SUPERIOR (100.001)	11
	PLACA SUFRIDERA (100.002)	13
	PLACA PORTAPUNZONES (100.003)	14
	PUNZÓN ENTALLA (100.004)	15
	PUNZÓN DE CONTORNO (100.005)	16
	PUNZÓN DE DOBLADO (100.006)	17
	PUNZÓN DE TRONZADO (100.007)	18
	PLACA INTERMEDIA (100.008)	19
	PLACA GUÍA (100.009)	20
	BASE INFERIOR (010.010)	21
	PLACA MATRIZ (100.011)	23
	MATRIZ DE DOBLADO (100.012)	24
	MATRIZ DE TRONZADO (100.013)	25
	CALZO (100.014)	26
	TACO REACCIÓN (100.015)	27
	CURSOR (100.016)	28
	SOPORTE CURSOR (100.017)	29
	TAPA DE CURSOR (100.018)	30
	RAMPA (100.019)	31



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Listado de planos.....	1
--------------------------------	---



1 LISTADO DE PLANOS

A continuación, se muestra el listado de planos de los componentes no normalizados y todos los elementos necesarios para la correcta comprensión y posterior construcción del troquel. La columna “Marca” indica el número con el que cada tipo de componente ha sido designado en los planos de conjunto. Se ha incluido también la cantidad de cada uno de los diferentes elementos que componen el troquel. Las piezas que deben ser fabricadas llevan asociadas las dimensiones en bruto de las que debe partir la fabricación, así como el material de estas.

Tabla 1: Listado de planos

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MARCA	Nº DE PLANO	DIMENSIONES BRUTAS	MATERIAL
Troquel y Fases de la pieza	1	-	010.000		
Pieza	-	-	010.001		F-1110
Desarrollo de la pieza	-	-	010.002		F-1110
Fases de la pieza	-	1	010.003		F-1110
Troquel superior	1	2	010.004		
Troquel Intermedio	1	3	010.005		
Troquel Inferior	1	4	010.006		
Base superior	1	5	100.001	610 x 510 x 68	F-1140
Tornillo de sujeción de cilindro de gas	16	6	-		
Cilindro de gas	8	7	-		
Tensor para ranuras en T de troquel superior	10	8	-		
Cáncamo de troquel superior	4	9	-		
Tornillo tope	12	10	-		
Punzón de entalla	2	11	100.004	45 x 45 x 110	F-5603
Punzón de contorno	2	12	100.005	80 x 80 x 110	F-5603
Punzón Ø20	2	13	-		
Punzón Ø16	2	14	-		
Punzón de doblado	2	15	100.006	80 x 80 x 110	F-1252
Punzón de tronzado	1	16	100.007	90 x 20 x 110	F-5603
Tornillo para perno centrador de troquel superior	2	17	-		
Perno centrador de troquel superior	2	18	-		
Columna guía	4	19	-		
Brida de amarre excéntrica de troquel superior	12	20	-		



DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MARCA	Nº DE PLANO	DIMENSIONES BRUTAS	MATERIAL
Disco de amarre de columna guía	4	21	-		
Placa portapunzones	1	22	100.003	430 x 260 x 25	F-1140
Placa sufridera	1	23	100.002	430 x 260 x 15	F-1252
Tornillo de sujeción de punzones	21	24	-		
Tornillo de sujeción de placas superior-sufridera-portapunzones	14	25	-		
Placa intermedia	1	26	100.008	510 x 500 x 35	F-1140
Casquillo centrador	13	27	-		
Placa guía	1	28	100.009	470 x 260 x 25	F-1252
Cáncamo de troquel intermedio	4	29	-		
Tornillo de sujeción placas intermedia-guía	13	30	-		
Casquillo guía de troquel intermedio	4	31	-		
Brida de amarre excéntrica de troquel intermedio	12	32	-		
Base inferior	1	33	100.010	610 x 510 x 68	F-1140
Cáncamo de troquel inferior	4	34	-		
Matriz de tronzado	1	35	100.013	150 x 75 x 90	F-1252
Tornillo de sujeción base inferior-calzos	16	36	-		
Calzo	4	37	100.014	150 x 150 x 250	F-1140
Tornillo de sujeción de rampa	3	38	-		
Rampa	1	39	100.019	300 x 150 x 4	F-1140
Tensor para ranuras en T de troquel inferior	12	40	-		
Tornillo de sujeción de base inferior-placa matriz	10	41	-		
Perno centrador de troquel inferior	4	42	-		
Tornillo para perno centrador de troquel inferior	4	43	-		
Taco reacción	2	44	100.015	70 x 65 x 40	F-1140
Placa deslizante	2	45	-		
Tornillo de sujeción de placa deslizante	4	46	-		
Tuerca de elevador de banda	2	47	-		
Muelle de elevador de banda	2	48	-		
Elevador de banda	2	49	-		
Soporte cursor	2	50	100.017	100 x 65 x 25	F-1140
Cursor	2	51	100.016	Ø22 x 100	F-1140
Tornillo de sujeción de tapa cursor	4	52	-		

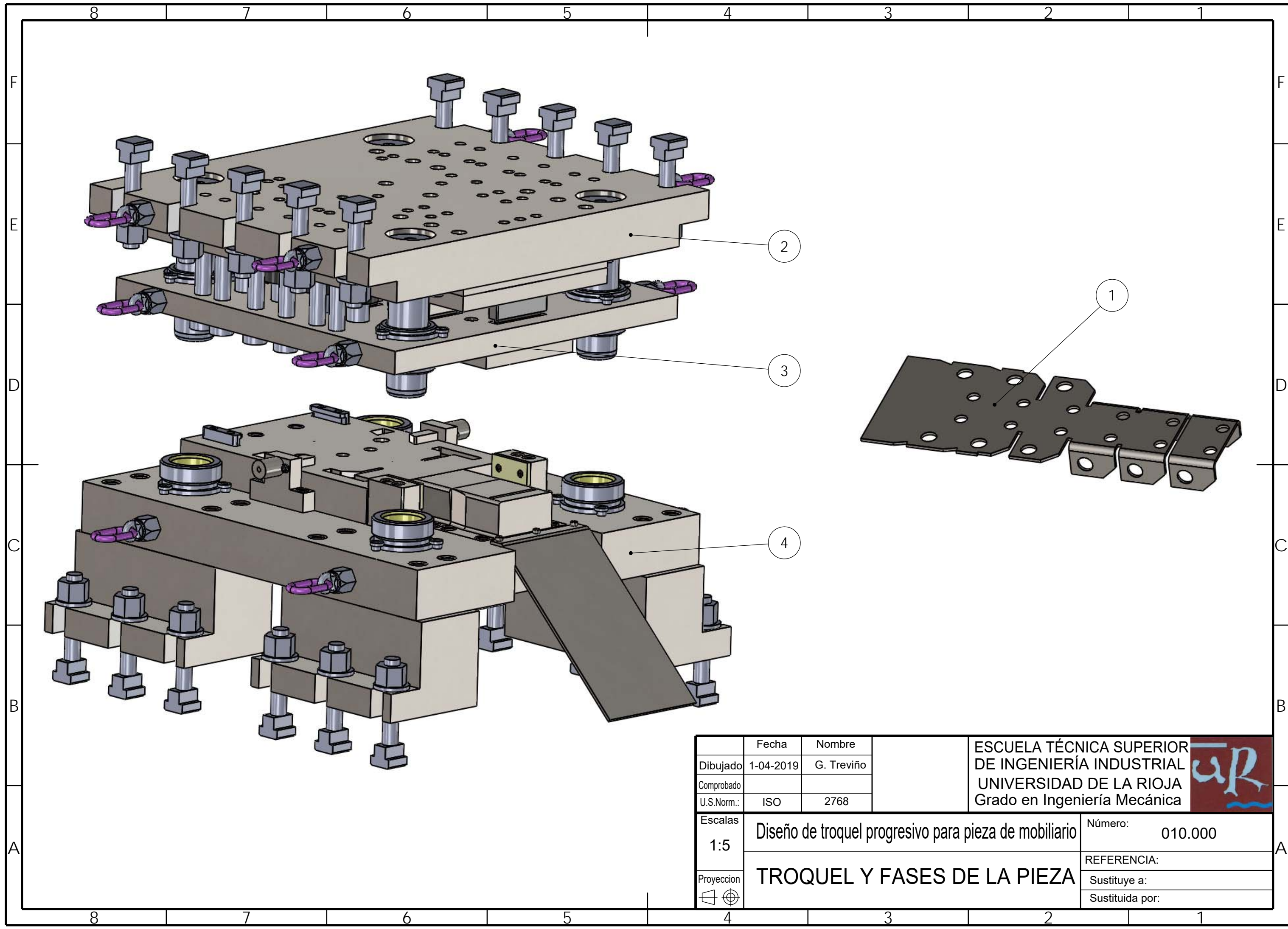




DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MARCA	Nº DE PLANO	DIMENSIONES BRUTAS	MATERIAL
Tapa de cursor	2	53	100.018	45X25X35	F-1140
Muelle de cursor	2	54	-		
Tornillo de sujeción de soporte cursor	4	55	-		
Placa matriz	1	56	100.011	340 x 260 x 50	F-1252
Regleta-guía de banda	2	57	-		
Tornillo de sujeción de reglas guía de banda	4	58	-		
Casquillo guía de troquel inferior	4	59	-		
Brida de amarre excéntrica de troquel inferior	12	60	-		
Tornillo de sujeción de taco reacción	4	61	-		
Tornillo de sujeción base inferior-matrices de doblado y tronzado	8	62	-		
Matriz de doblado	1	63	100.012	150 x 75 x 70	F-1252

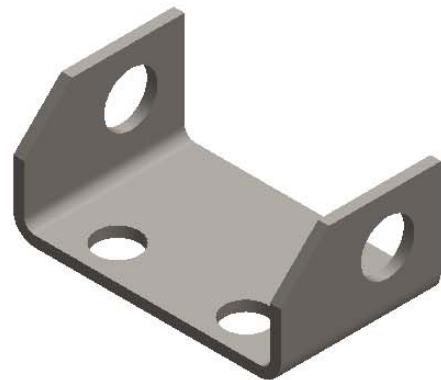
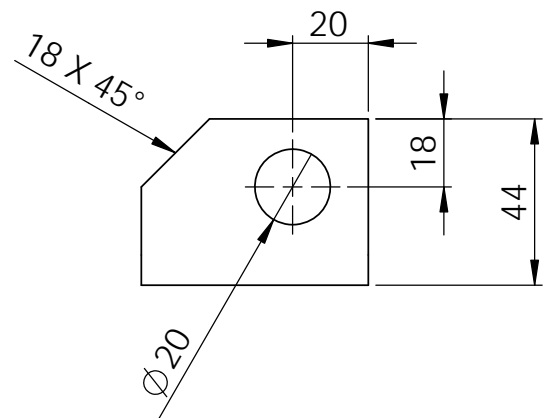
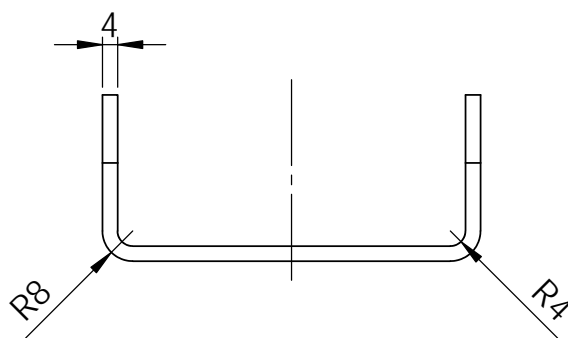
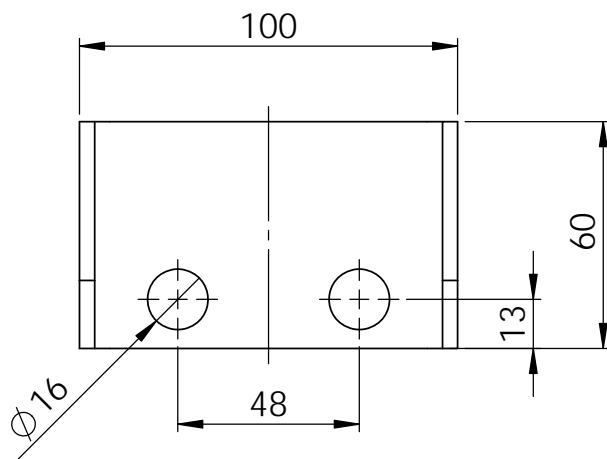
NOTA: En la fabricación de los punzones de entalla y de contorno (plano N° 100.004 y 100.005 respectivamente) las dos unidades a fabricar corresponden con la pieza dibujada en el plano y la pieza simétrica correspondiente.

2 PLANOS

A continuación, se muestran los planos de las piezas que componen el troquel.



	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768			
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	010.000
1:5				REFERENCIA:	
Proyeccion	TROQUEL Y FASES DE LA PIEZA			Sustituye a:	
				Sustituida por:	
					



Redondeo de aristas de 1,5mm de radio

	Fecha	Nombre
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño
Comprobado		
U.S.Norm.:	ISO	2768-mK

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



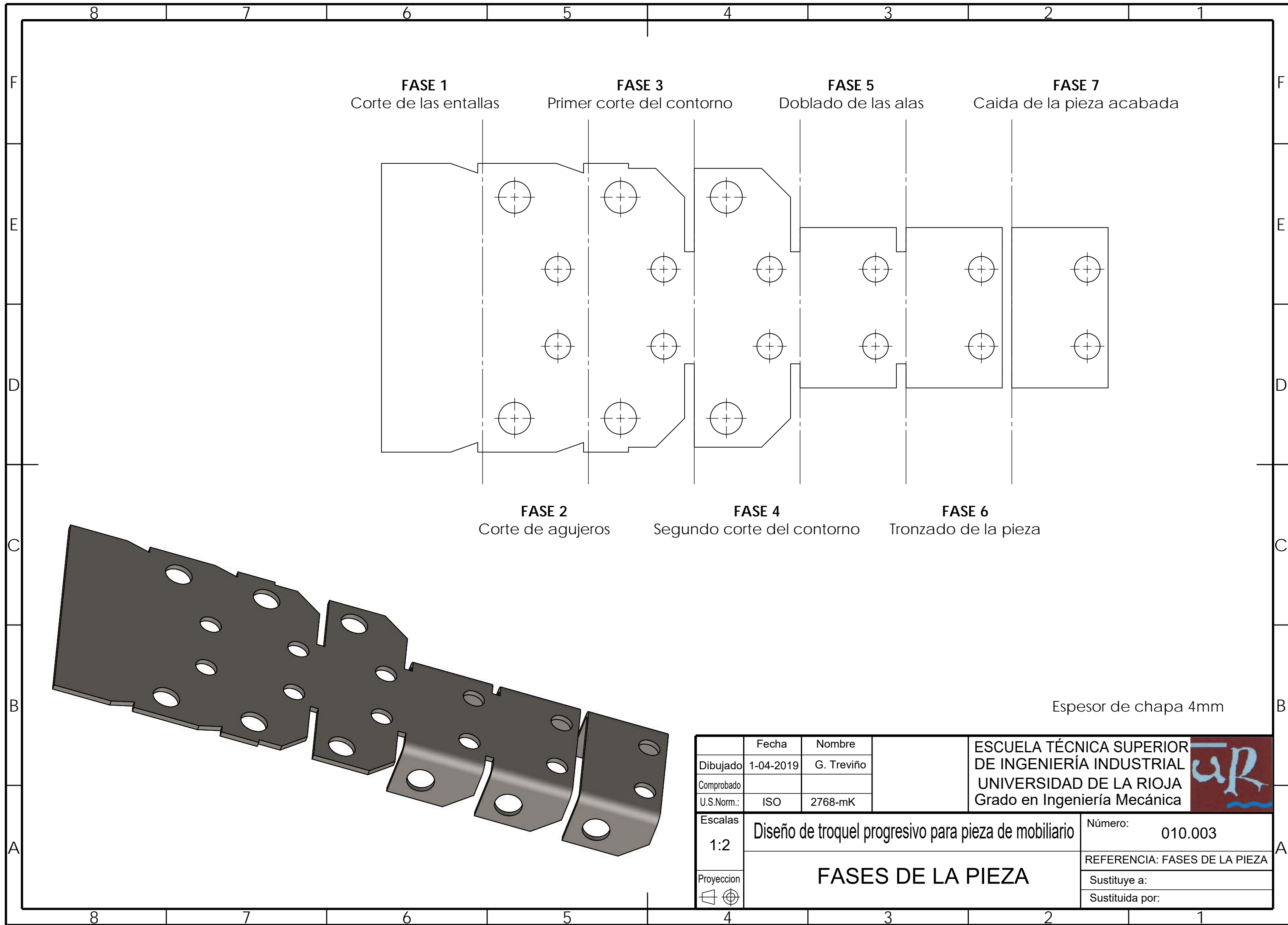
Escalas 1:2	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario
Proyeccion	PIEZA

Número: 010.001

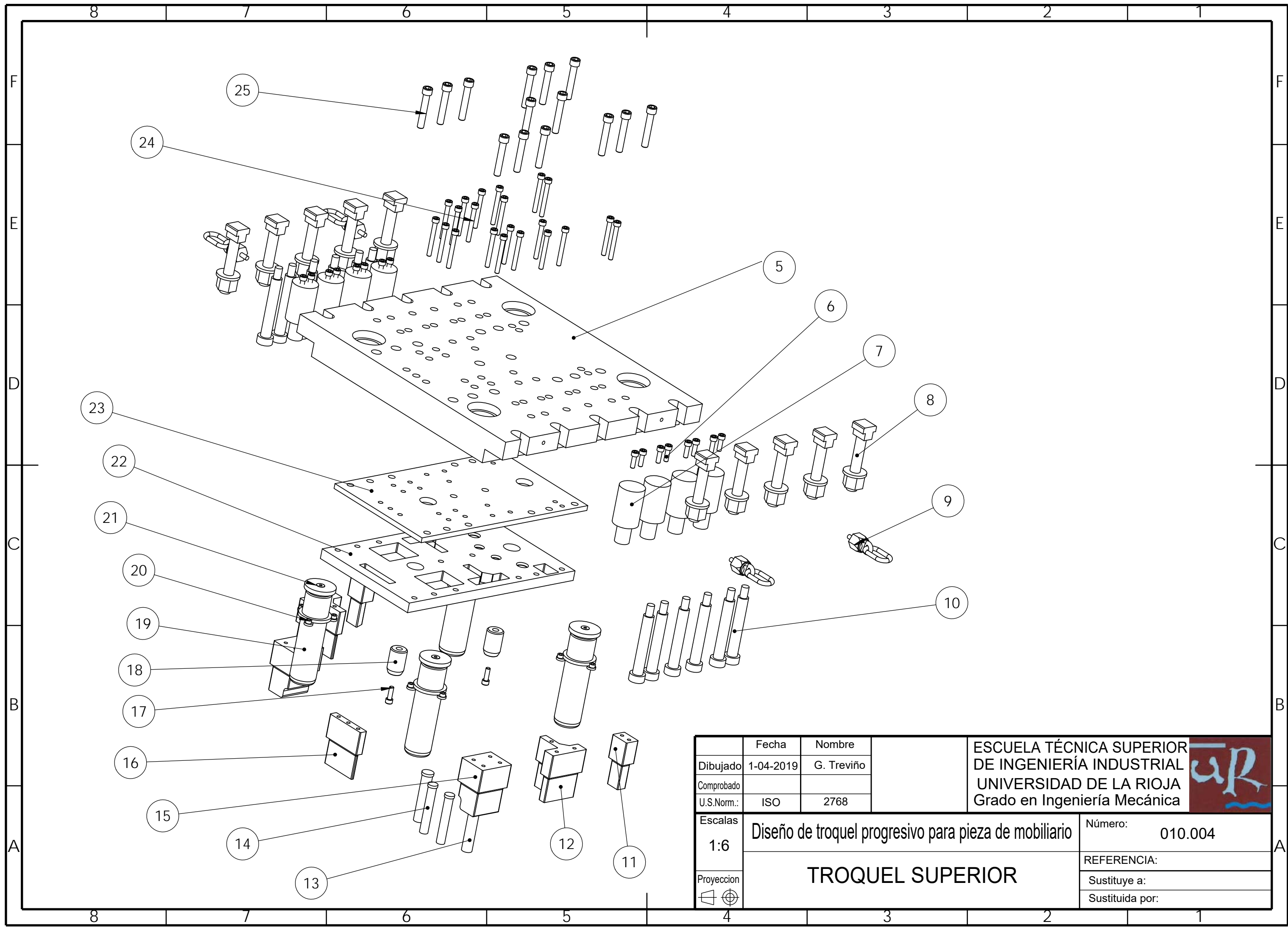
REFERENCIA: PIEZA

Sustituye a:

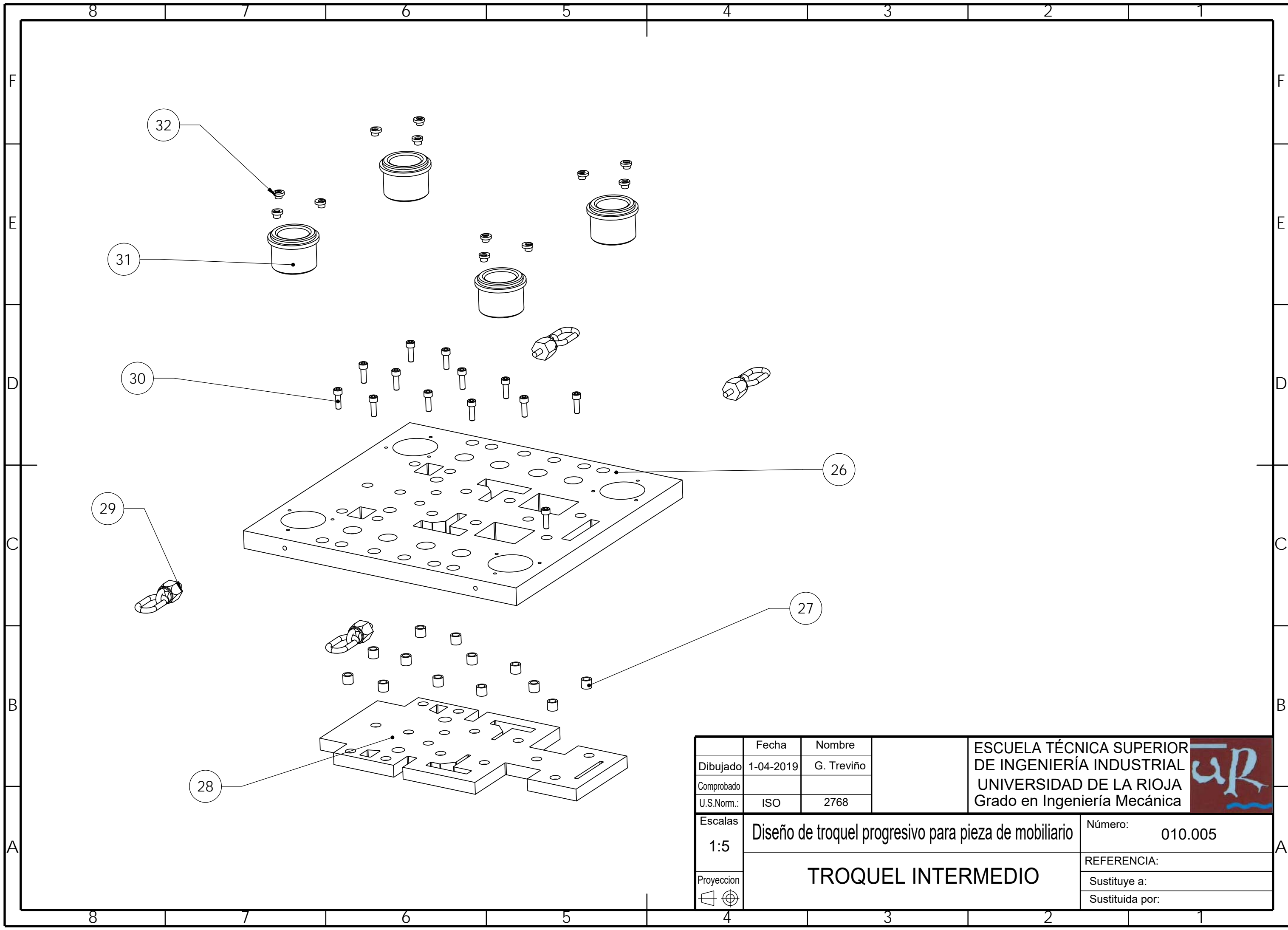
Sustituida por:



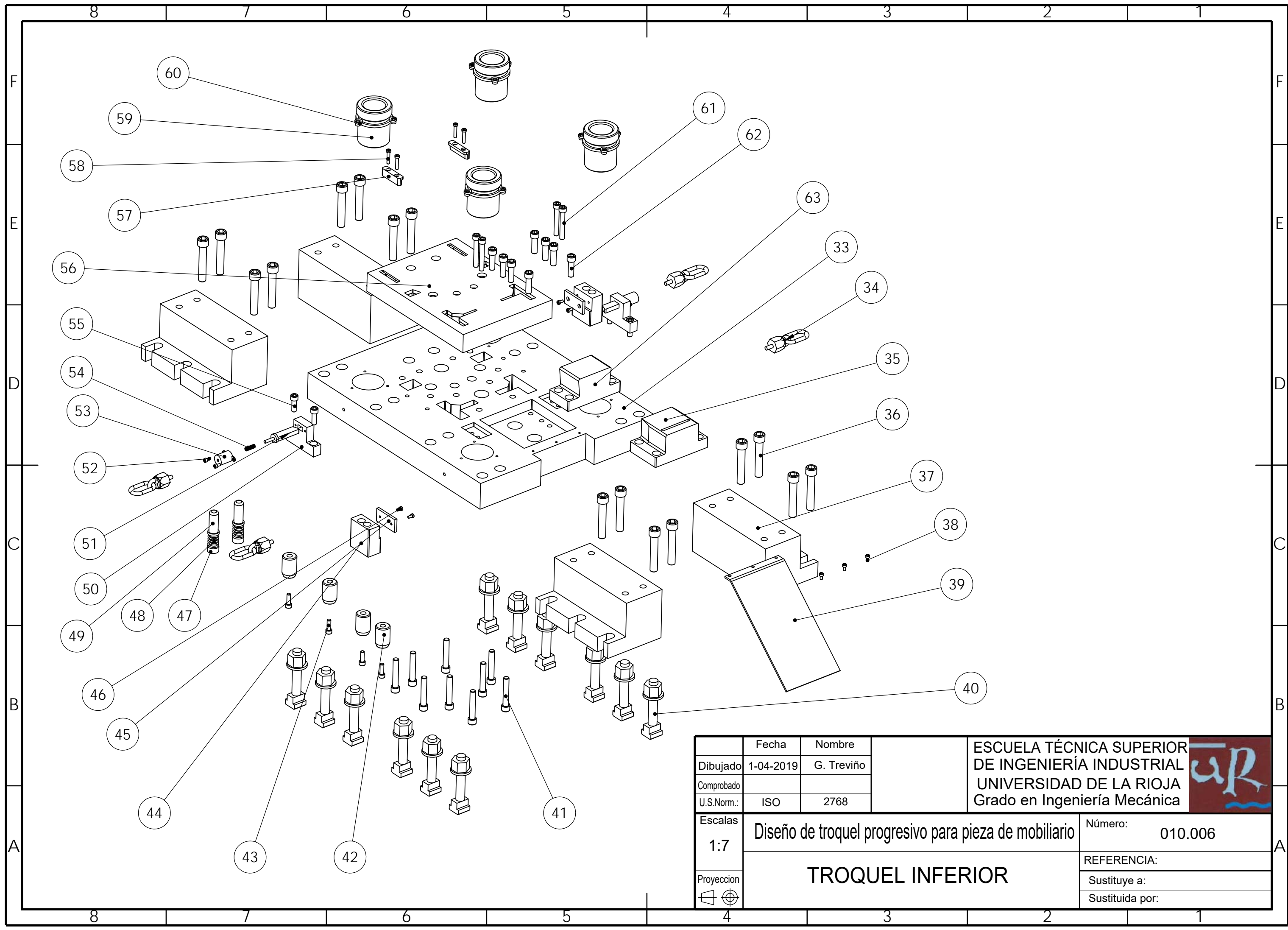
	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768-mK			
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	010.003
1:2				FASES DE LA PIEZA	
Proyeccion	Sustituye a:				
	Sustituida por:				



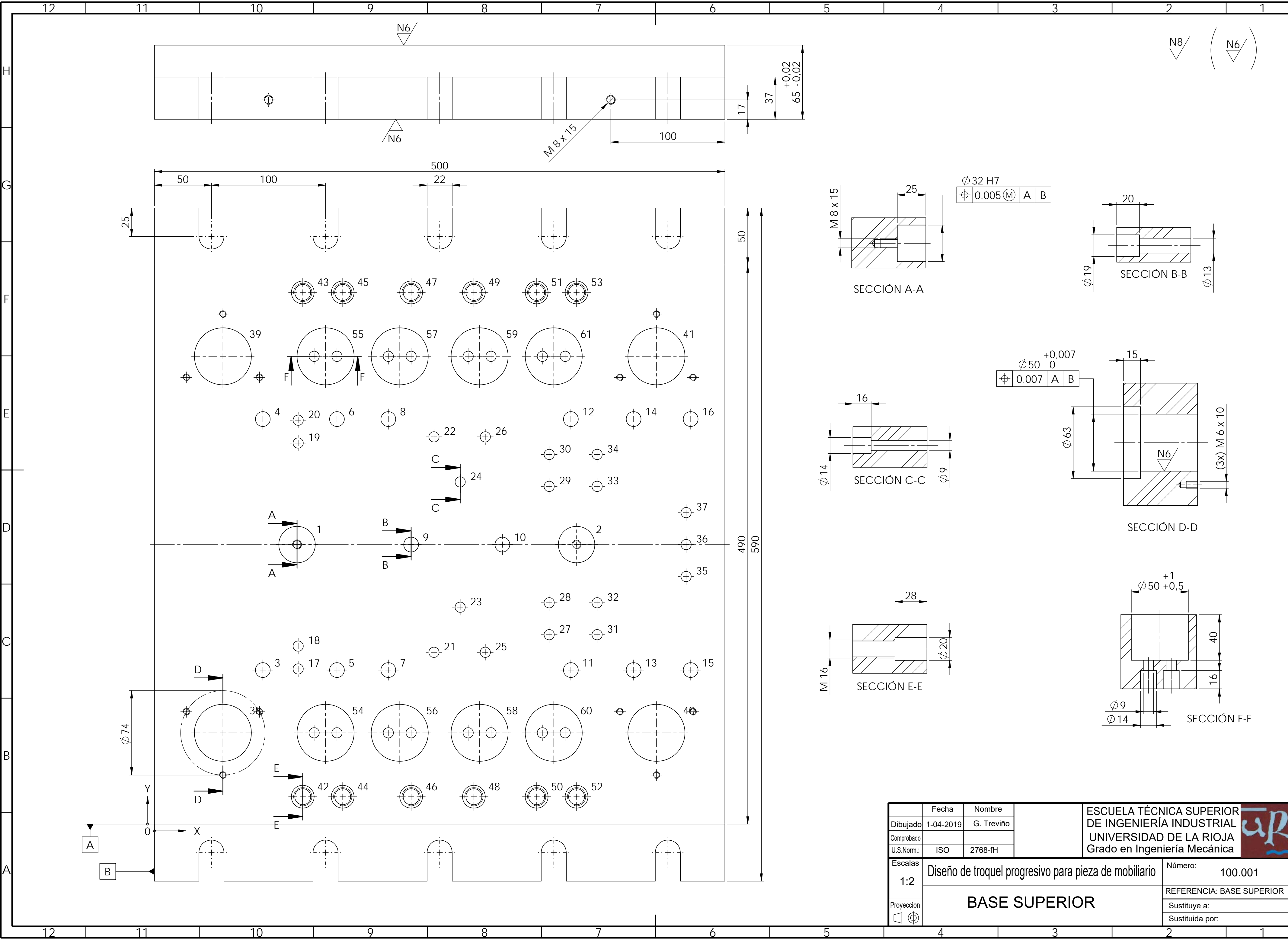
	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768			
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	010.004
1:6				REFERENCIA:	
Proyeccion	TROQUEL SUPERIOR			Sustituye a:	
				Sustituida por:	



	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768			
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	010.005
1:5				REFERENCIA:	
Proyeccion	TROQUEL INTERMEDIO			Sustituye a:	
				Sustituida por:	



	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768			
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	010.006
1:7				REFERENCIA:	
Proyeccion	TROQUEL INFERIOR			Sustituye a:	
				Sustituida por:	

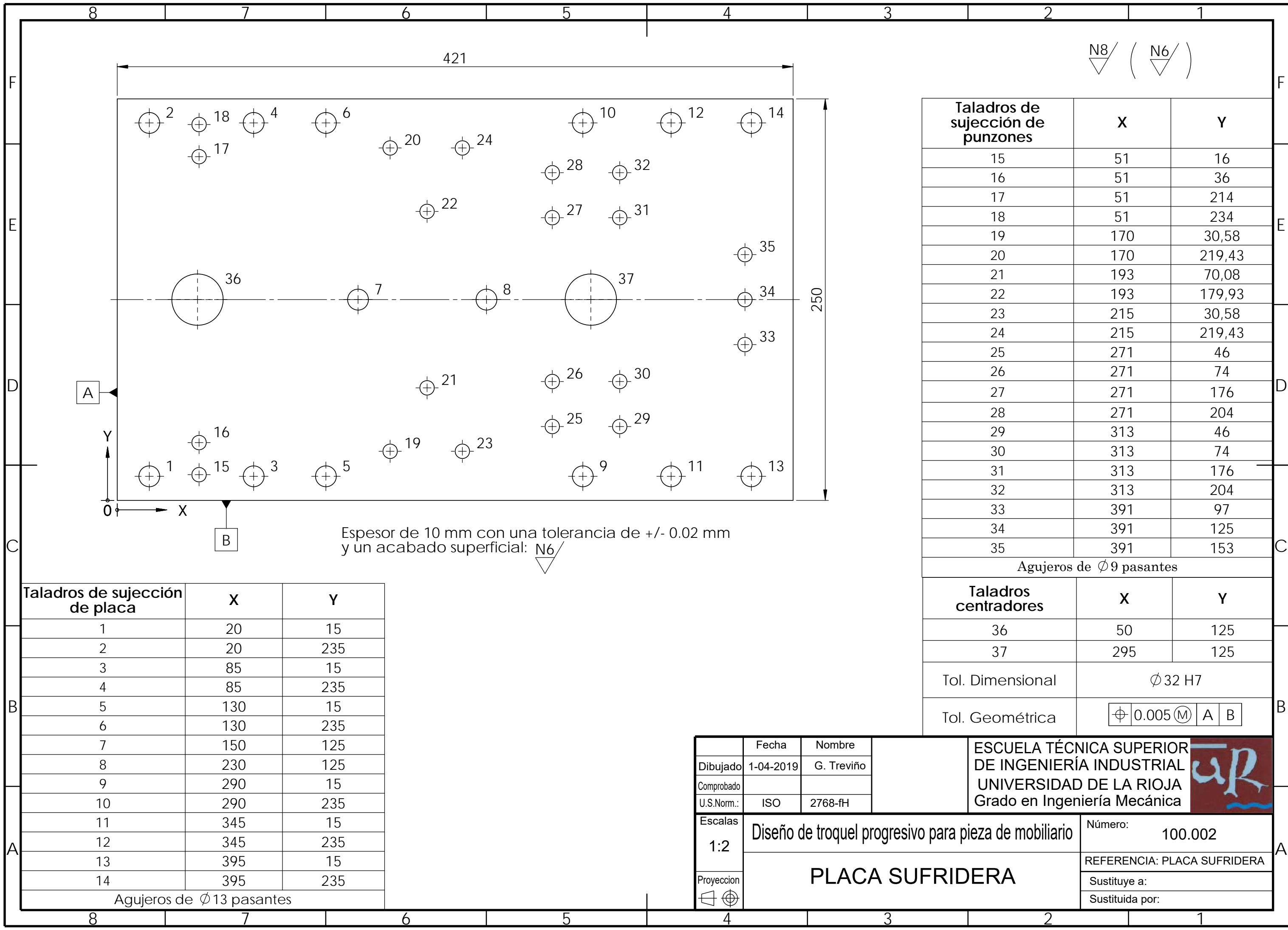


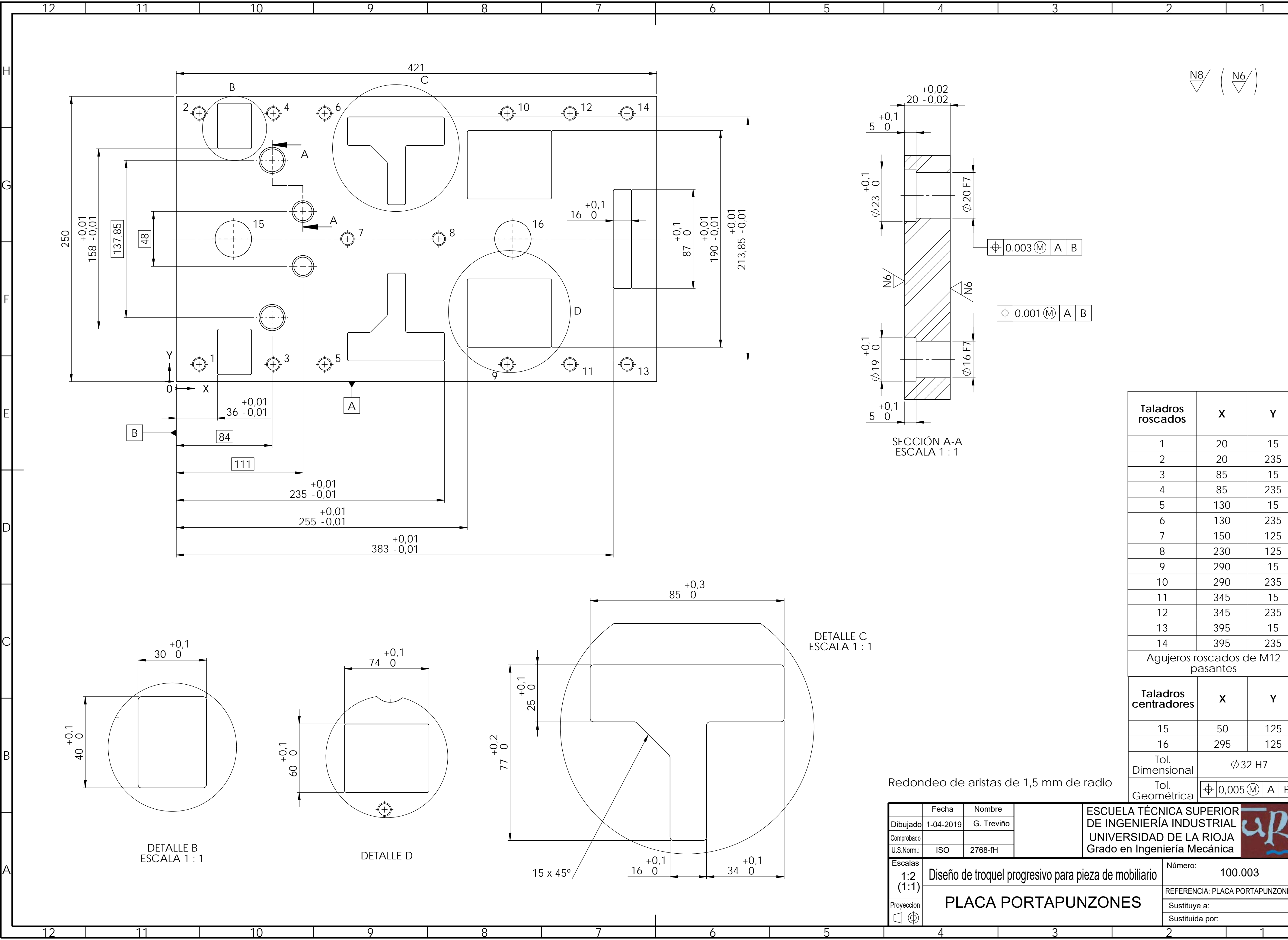
	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH			
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	100.001
1:2					
Proyeccion	BASE SUPERIOR			REFERENCIA: BASE SUPERIOR	
				Sustituye a:	
				Sustituida por:	

Tablas de taladros de Base Superior (plano 100.001)

Alojamientos de centradores (sección A-A)	X	Y
1	125	245
2	370	245
Taladros de sujeción de placas (sección B-B)	X	Y
3	95	135
4	95	355
5	160	135
6	160	355
7	205	135
8	205	355
9	225	245
10	225	245
11	305	135
12	365	355
13	420	135
14	420	355
15	470	135
16	470	355
Taladros de sujeción de punzones (sección C-C)	X	Y
17	126	136
18	126	156
19	126	334
20	126	354
21	245	150.58
22	245	339.43
23	268	190.08
24	268	299.93
25	290	150.58
26	290	339.43
27	346	166
28	346	194
29	346	296
30	346	324
31	388	166
32	388	194
33	388	296
34	388	324
35	466	217
36	466	245
37	466	273

Taladros de columnas guía (sección D-D)	X	Y
38	60	80
39	60	410
40	440	80
41	440	410
Taladros de topes (sección E-E)	X	Y
42	130	24
43	130	466
44	165	24
45	165	466
46	225	24
47	225	466
48	280	24
49	280	466
50	335	24
51	335	466
52	370	24
53	370	466
Alojamientos de cilindros de gas (sección F-F)	X	Y
54	150	80
55	150	410
56	215	80
57	215	410
58	285	80
59	285	410
60	350	80
61	350	410

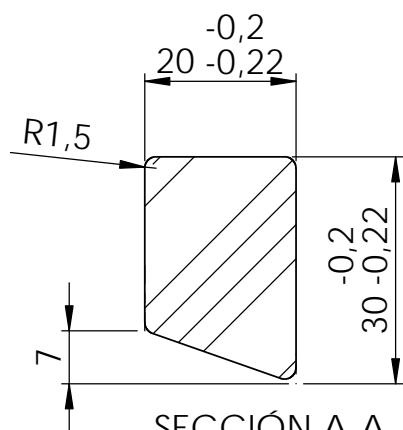




Taladros roscados	X	Y
1	20	15
2	20	235
3	85	15
4	85	235
5	130	15
6	130	235
7	150	125
8	230	125
9	290	15
10	290	235
11	345	15
12	345	235
13	395	15
14	395	235
Agujeros roscados de M12 pasantes		
Taladros centradores	X	Y
15	50	125
16	295	125
Tol. Dimensional	Ø 32 H7	
Tol. Geométrica	⊕ 0.005 (M) A B	

Redondeo de aristas de 1,5 mm de radio

	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH			
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	100.003
1:2 (1:1)					
Proyeccion	PLACA PORTAPUNZONES			REFERENCIA: PLACA PORTAPUNZONES	
				Sustituye a:	
				Sustituida por:	

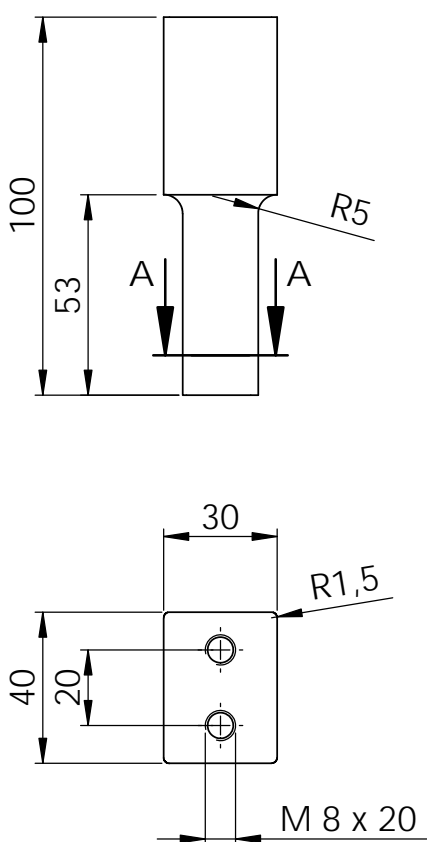


SECCIÓN A-A
ESCALA 1:1

N8/ (N6/)

El vástago del punzón
se debe temprar y
revenir, posteriormente
se rectifica con un
acabado superficial:

N6/



	Fecha	Nombre
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño
Comprobado		
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH

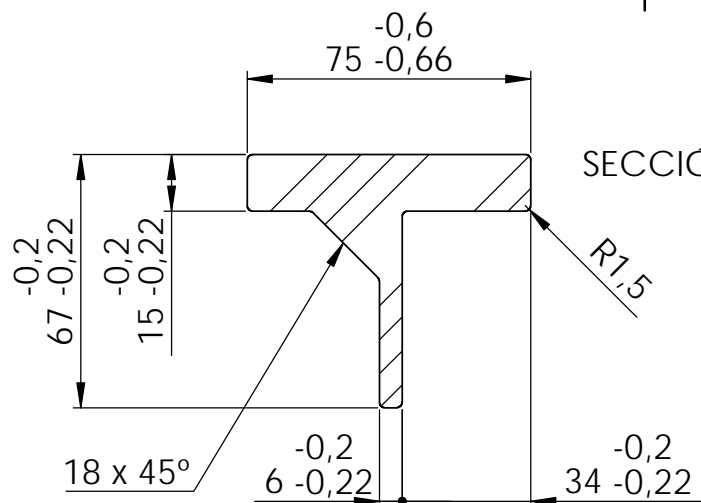
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario
1:2 (1:1)	
Proyeccion	

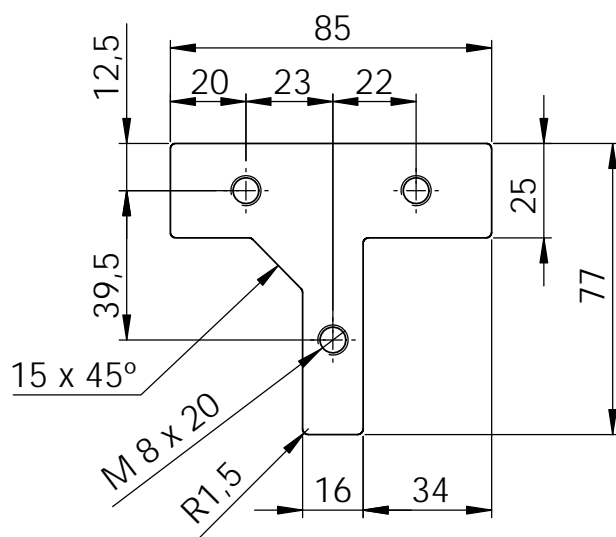
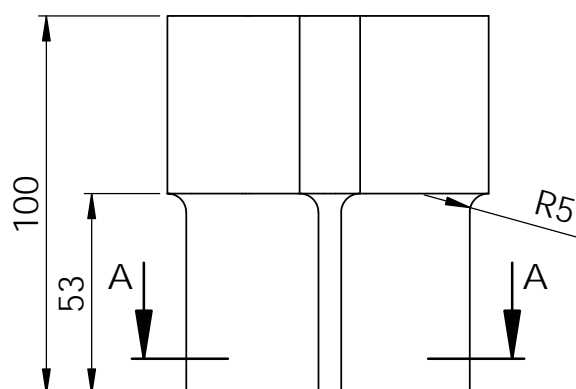
PUNZÓN ENTALLA

Número:	100.004
REFERENCIA:	PUNZÓN ENTALLA
Sustituye a:	
Sustituida por:	



N8/ (N6/)

El vástago del punzón se debe temprar y revenir, posteriormente se rectifica con un acabado superficial: N6/



	Fecha	Nombre
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño
Comprobado		
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



Escalas	1:2
Proyeccion	

Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario

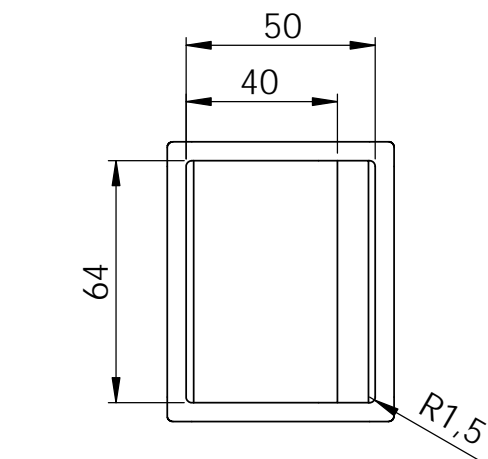
Número: 100.005

PUNZÓN DE CONTORNO

REFERENCIA: PUNZÓN DE CONTORNO

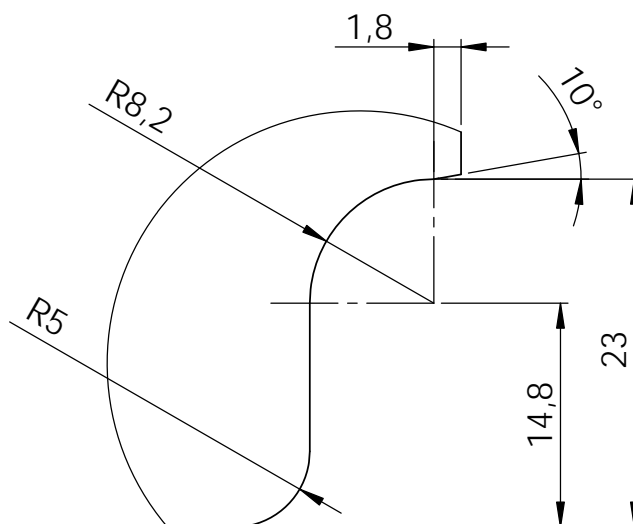
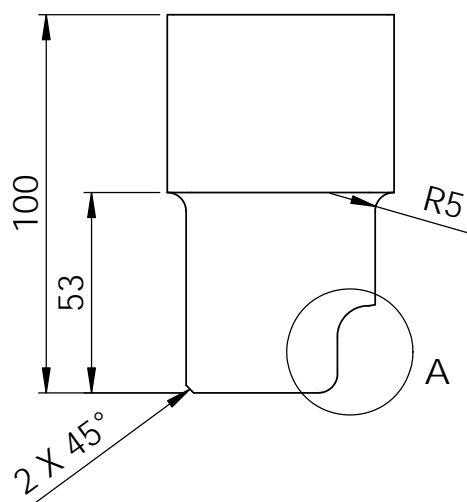
Sustituye a:

Sustituida por:

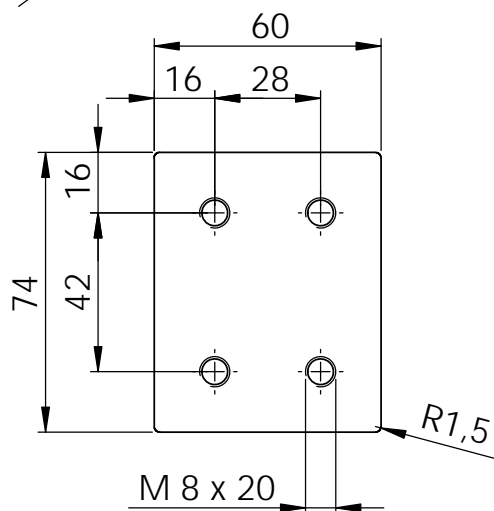


El vástago del punzón se debe temprar y revenir, posteriormente se rectifica con un acabado superficial: ∇_{N6}

∇_{N8} / (∇_{N6})



DETALLE A
ESCALA 2 : 1



	Fecha	Nombre
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño
Comprobado		
U.S.Norm.:	ISO	2768-FH

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



Escalas
1:2 (2:1)
Proyeccion

Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario

Número: 100.006

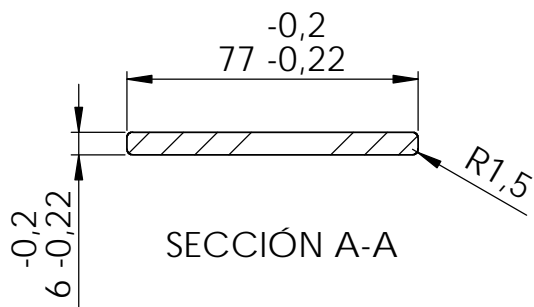
PUNZÓN DE DOBLADO

REFERENCIA: PUNZÓN DE DOBLADO

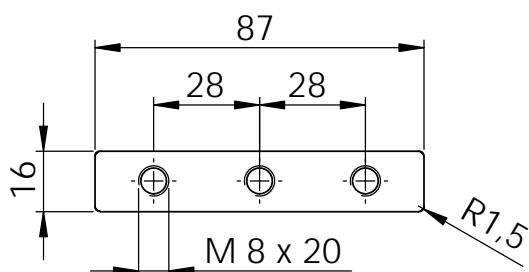
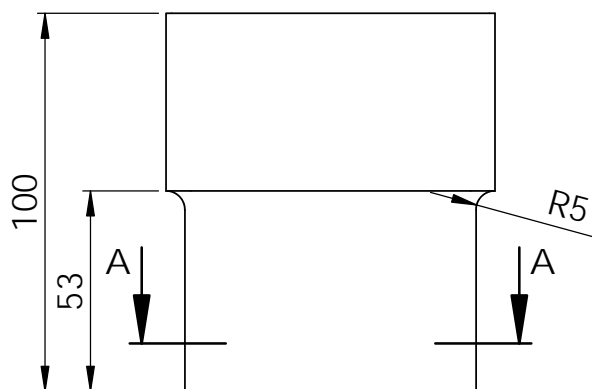
Sustituye a:

Sustituida por:

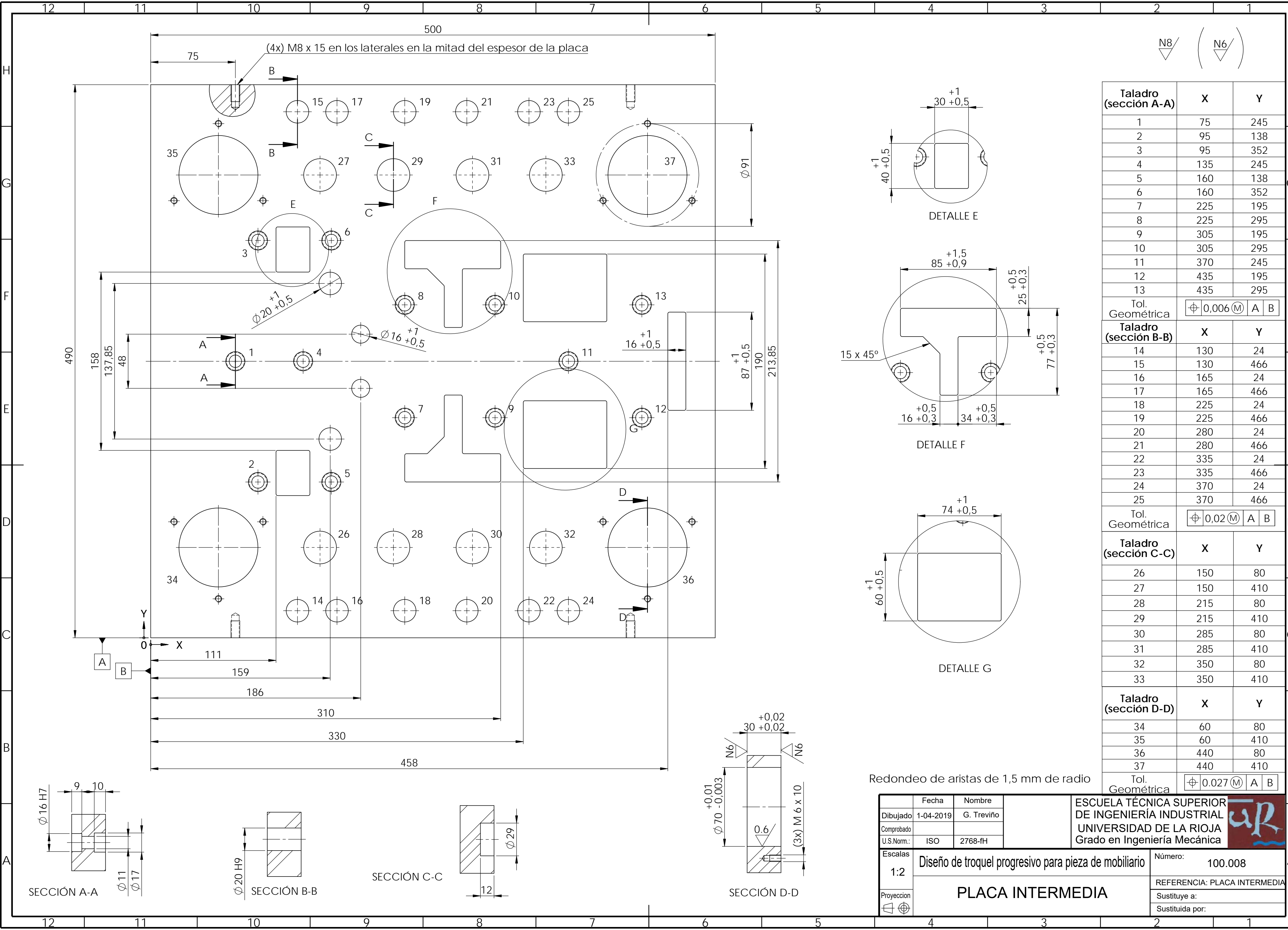
N8/ (N6/)



El vástago del punzón se debe temprar y revenir, posteriormente se rectifica con un acabado superficial: N6/



	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño		
Comprobado				
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH		
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número: 100.007
1:2				REFERENCIA: PUNZÓN DE TRONZADO
Proyeccion	PUNZÓN DE TRONZADO			Sustituye a:
				Sustituida por:



N8/ (N6/)

Taladro (sección A-A)	X	Y
1	75	245
2	95	138
3	95	352
4	135	245
5	160	138
6	160	352
7	225	195
8	225	295
9	305	195
10	305	295
11	370	245
12	435	195
13	435	295

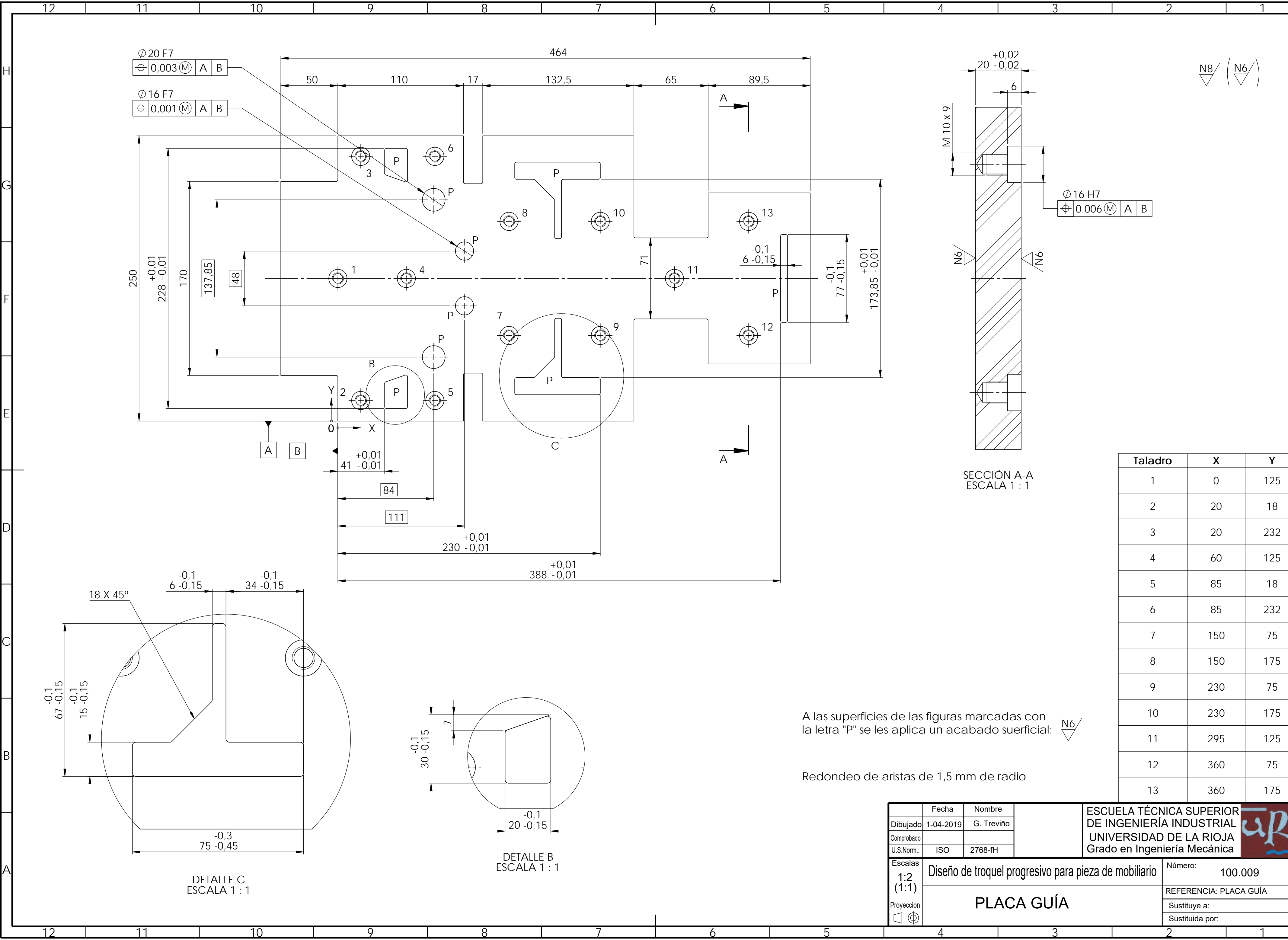
Tol. Geométrica	$\oplus 0,006 \text{ (M)}$	A	B
Taladro (sección B-B)	X	Y	
14	130	24	
15	130	466	
16	165	24	
17	165	466	
18	225	24	
19	225	466	
20	280	24	
21	280	466	
22	335	24	
23	335	466	
24	370	24	
25	370	466	

Tol. Geométrica	$\oplus 0,02 \text{ (M)}$ A B			
Taladro (sección C-C)	X	Y		
26	150	80		
27	150	410		
28	215	80		
29	215	410		
30	285	80		
31	285	410		
32	350	80		
33	350	410		

Taladro (sección D-D)	X	Y	
34	60	80	
35	60	410	
36	440	80	
37	440	410	
Tol. Geométrica	$\oplus 0.027 \text{ (M)}$	A	B

Redondeo de aristas de 1,5 mm de radio

	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH			
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	100.008
1:2				REFERENCIA: PLACA INTERMEDIA	
Proyeccion	PLACA INTERMEDIA			Sustituye a:	
 				Sustituida por:	



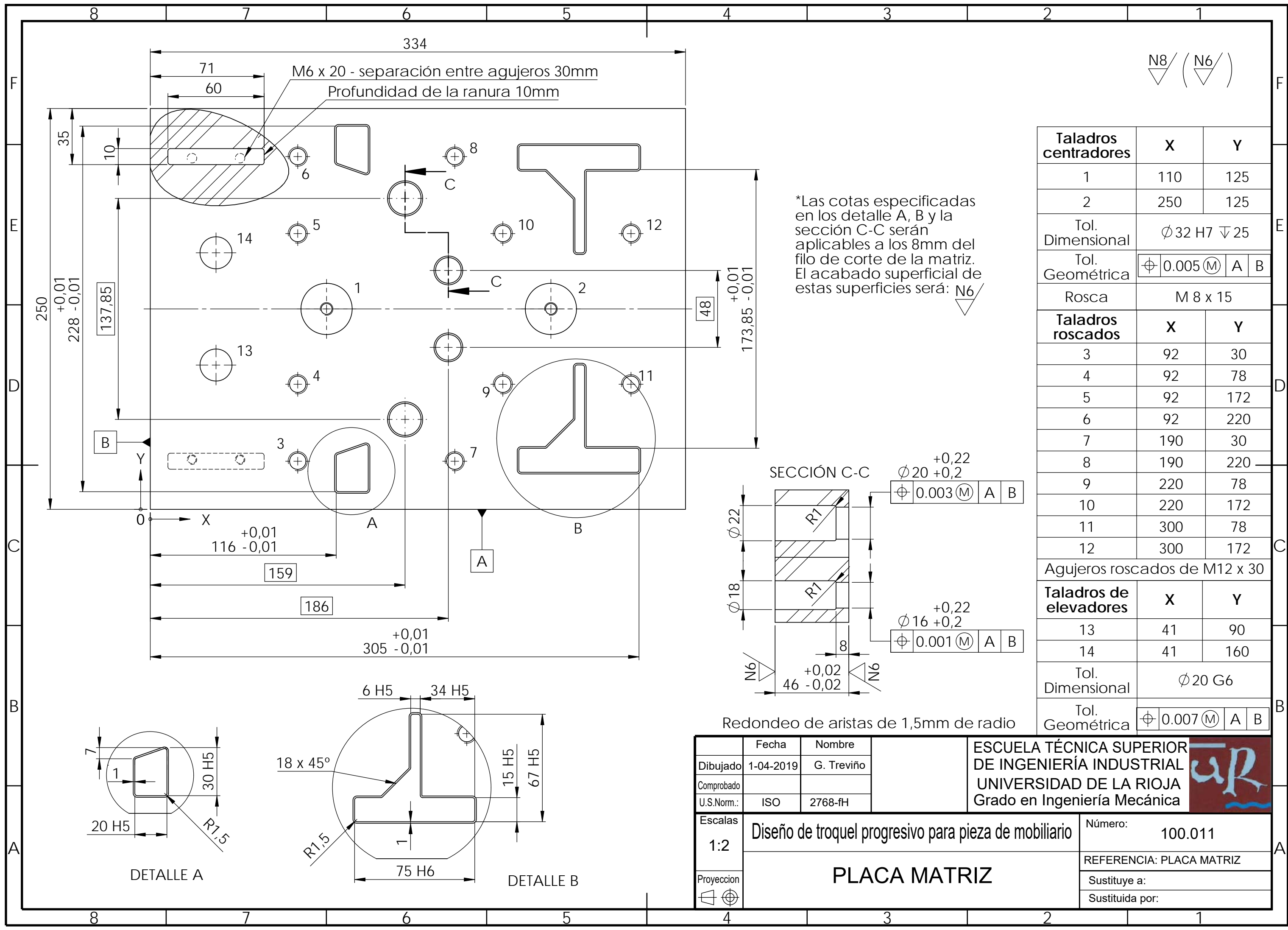
Taladro	X	Y
1	0	125
2	20	18
3	20	232
4	60	125
5	85	18
6	85	232
7	150	75
8	150	175
9	230	75
10	230	175
11	295	125
12	360	75
13	360	175

	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	1-04-2019	G. Treviño		
Comprobado				
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH		
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número: 100.009
1:2 (1:1)				REFERENCIA: PLACA GUÍA
Proyeccion				Sustituye a:
	PLACA GUÍA			Sustituida por:

Tablas de taladros de Base Inferior (plano 100.010)

Taladros centradores	X	Y
1	160	245
2	300	245
3	417	245
4	485	245
Tol. Dimensional	Ø 32 H7	
Tol. Geométrica	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> \oplus 0.005 (M) A B </div>	
Taladros de columnas guía (sección C-C)	X	Y
5	110	80
6	110	410
7	490	80
8	490	410
Taladros de elevadores (sección D-D)	X	Y
9	91	210
10	91	280
Taladros de sujeción calzos (sección E-E)	X	Y
11	25	25
12	25	75
13	25	415
14	25	465
15	205	25
16	205	75
17	205	415
18	205	465
19	395	25
20	395	75
21	395	415
22	395	465
23	575	25
24	575	75
25	575	415
26	575	465

Taladros de sujeción de placa matriz (sección F-F)	X	Y
27	142	150
28	142	198
29	142	292
30	142	340
31	240	150
32	240	340
33	270	198
34	270	292
35	350	198
36	350	292
Taladros de sujeción de soporte de cursor	X	Y
37	208.5	110
38	208.5	380
39	278.5	110
40	278.5	380
Agujeros roscados de M10 pasantes		
Taladros de sujeción de taco de reacción	X	Y
41	407	132
42	407	358
43	427	132
44	427	358
Agujeros roscados de M10 pasantes		
Taladros de sujeción de matrices de doblado y tronzado	X	Y
45	398	185.5
46	398	304.5
47	436	185.5
48	436	304.5
49	464	185.5
50	464	304.5
51	525	185.5
52	525	304.5
Agujeros roscados de M12 pasantes		
Taladros de sujeción de rampa	X	Y
53	560	180
54	560	245
55	560	310
Agujeros roscados de M5 x 10		



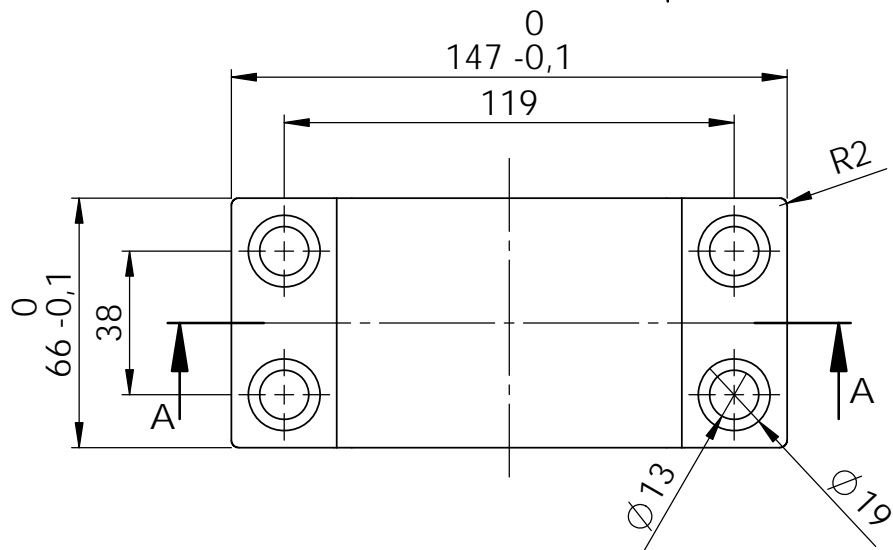
N8/ (N6/)

*Las cotas especificadas en los detalle A, B y la sección C-C serán aplicables a los 8mm del filo de corte de la matriz. El acabado superficial de estas superficies será: N6/

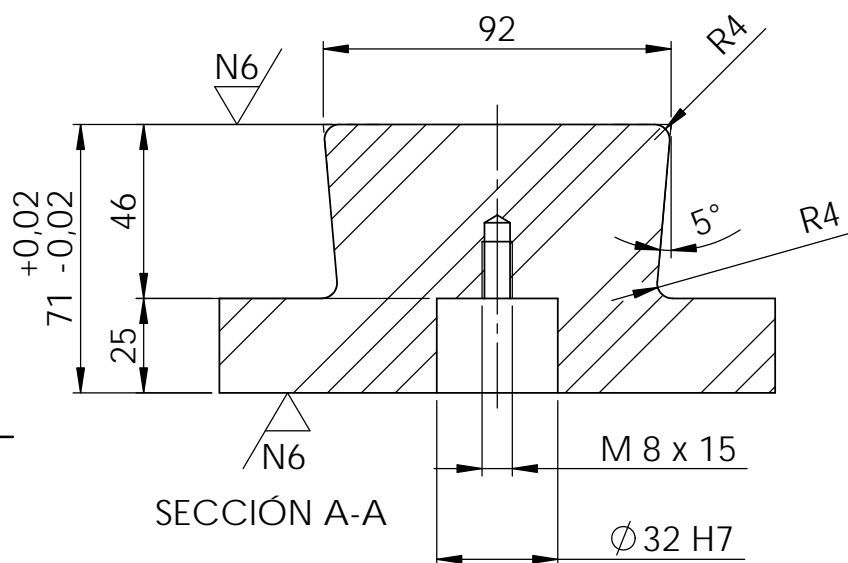
Taladros centradores	X	Y
1	110	125
2	250	125
Tol. Dimensional	$\varnothing 32 H7 \nabla 25$	
Tol. Geométrica	$\oplus 0.005 \textcircled{M}$	A B
Rosca	M 8 x 15	
Taladros roscados	X	Y
3	92	30
4	92	78
5	92	172
6	92	220
7	190	30
8	190	220
9	220	78
10	220	172
11	300	78
12	300	172
Agujeros roscados de M12 x 30		
Taladros de elevadores	X	Y
13	41	90
14	41	160
Tol. Dimensional	$\varnothing 20 G6$	
Tol. Geométrica	$\oplus 0.007 \textcircled{M}$	A B

Fecha		Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado		1-04-2019		
Comprobado		G. Treviño		
U.S.Norm.:		ISO	2768-fH	
Escala		1:2	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario	
Proyección				
PLACA MATRIZ			Número: 100.011	
			REFERENCIA: PLACA MATRIZ	
			Sustituye a:	
			Sustituida por:	

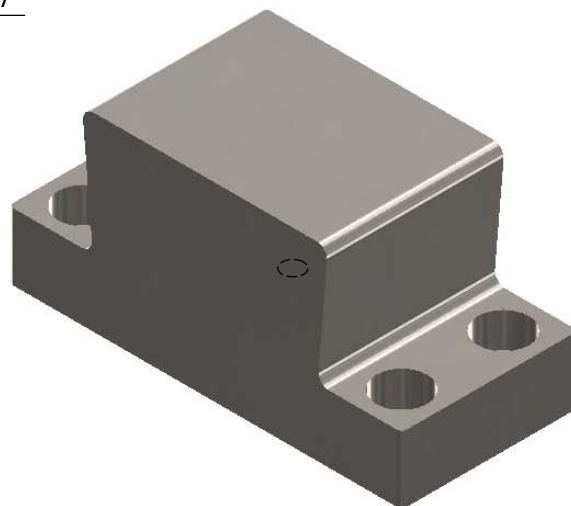




N8/ (N6/)



SECCIÓN A-A



	Fecha	Nombre
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño
Comprobado		
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



Escalas	1:1
Proyeccion	

Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario

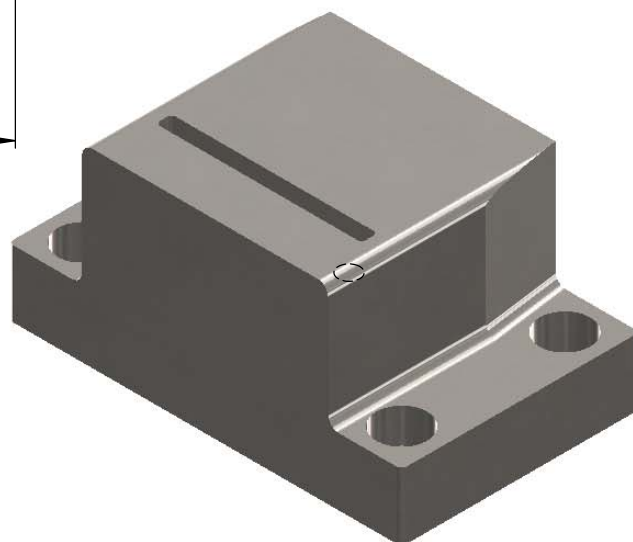
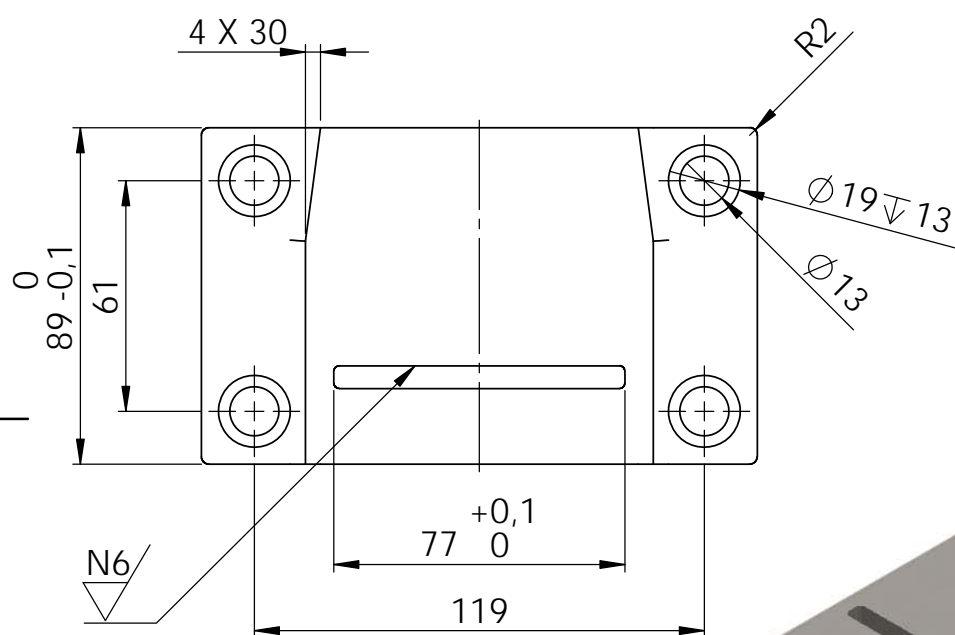
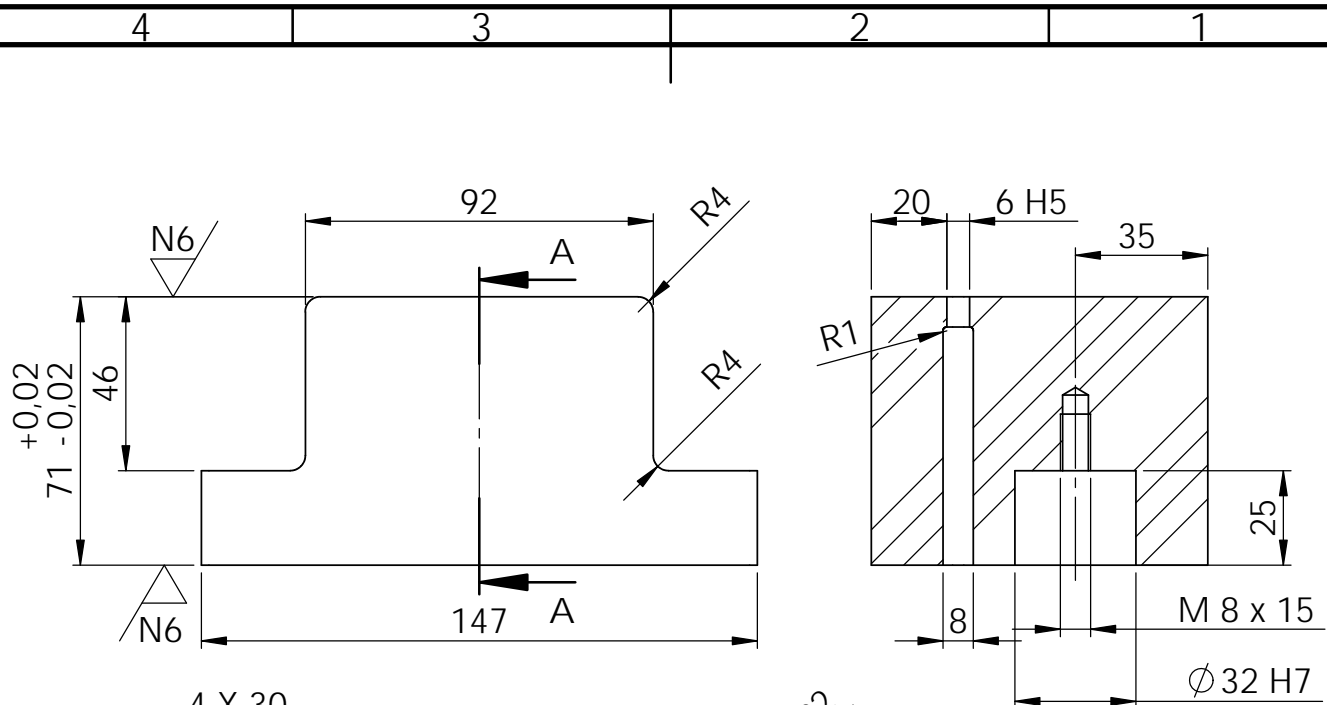
Número: 100.012

MATRIZ DE DOBLADO

REFERENCIA: MATRIZ DE DOBLADO

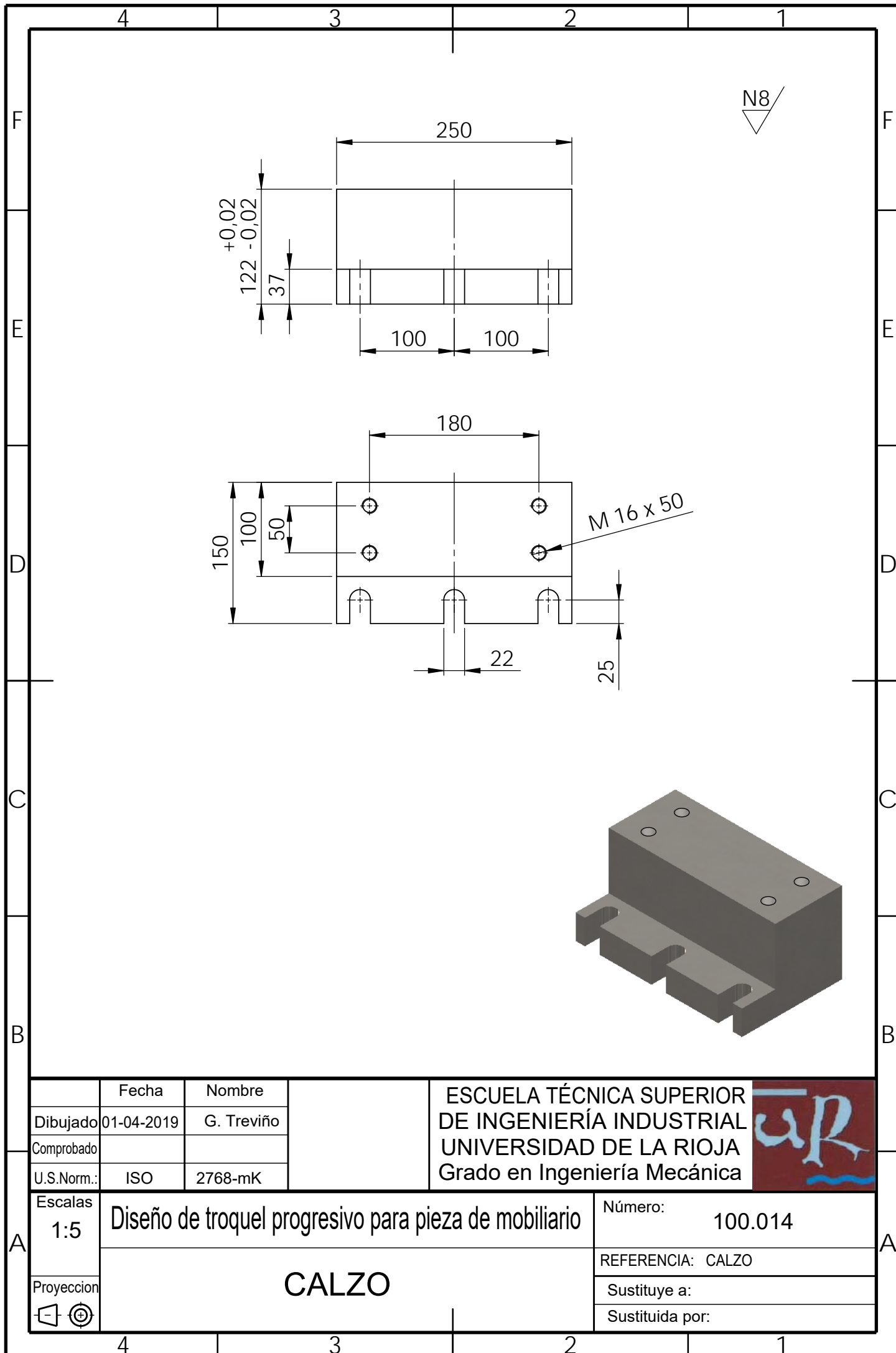
Sustituye a:

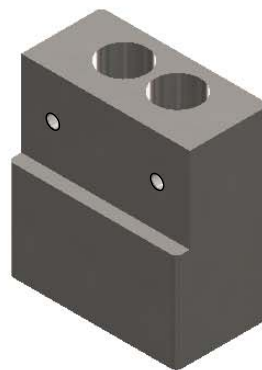
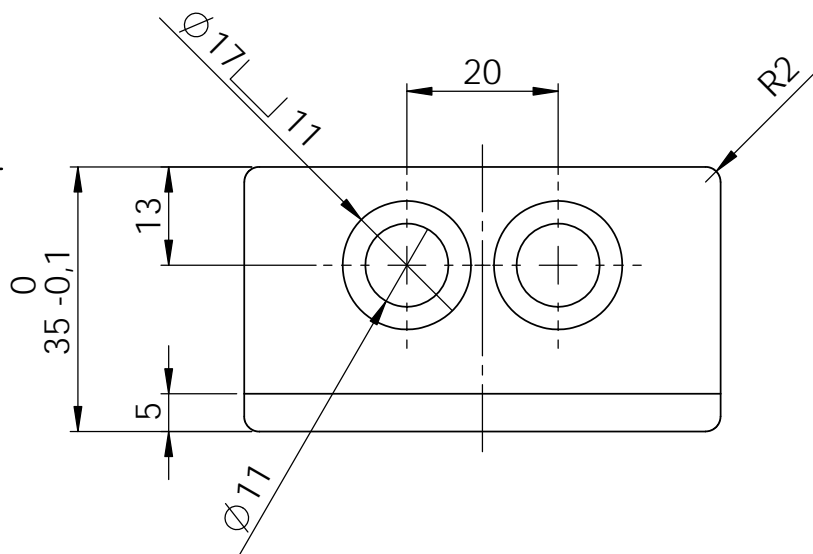
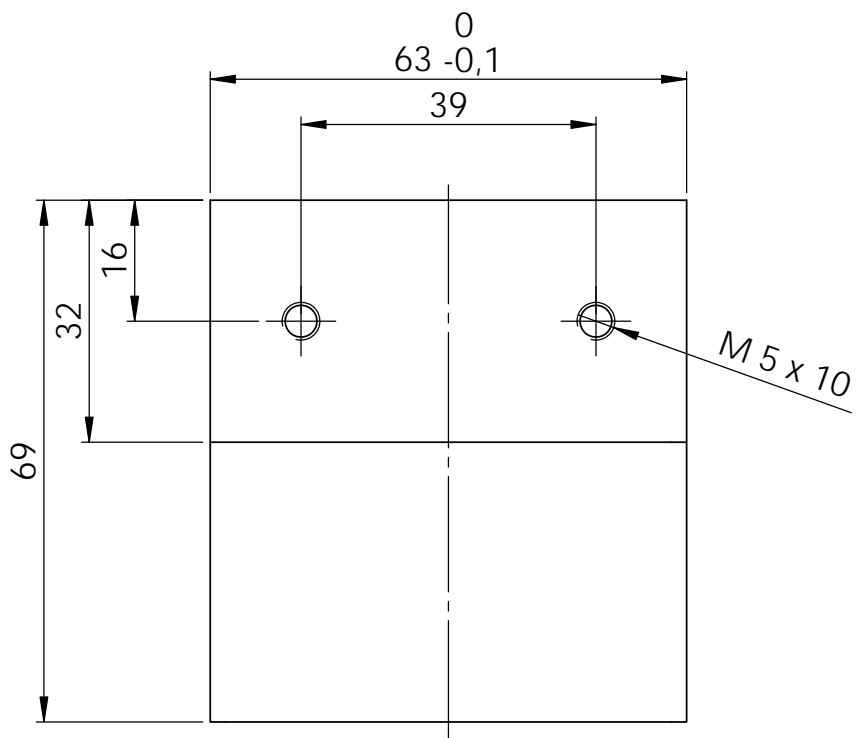
Sustituida por:





N8 / (N6)

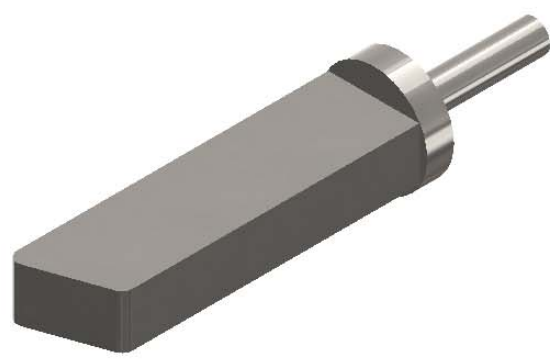
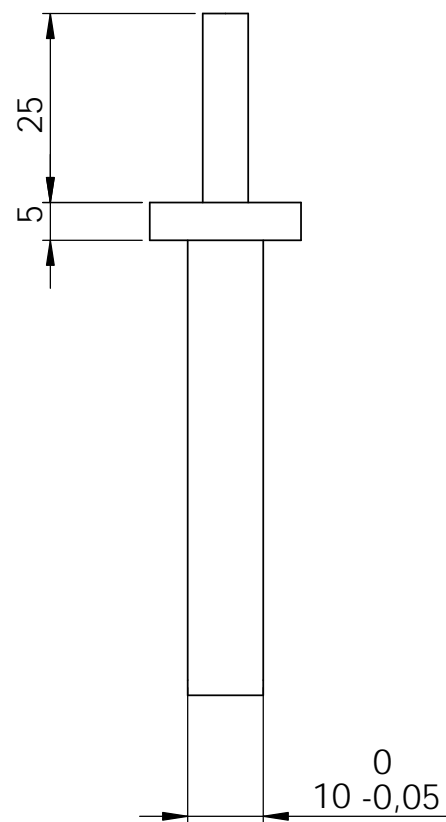
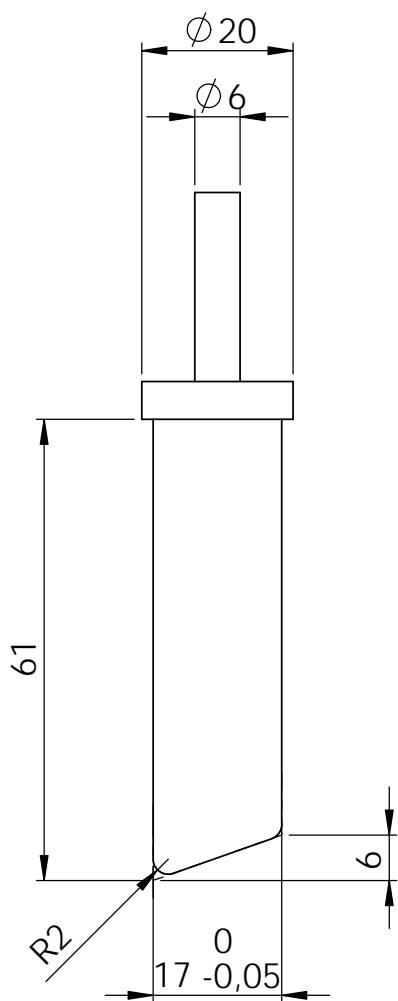
A	Escalas	1:1	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario MATRIZ DE TRONZADO		ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica		
	Dibujado	01-04-2019					
	Comprobado						
	U.S.Norm.:	ISO					
A	Proyeccion		MATRIZ DE TRONZADO		Número: 100.013 REFERENCIA: MATRIZ DE TRONZADO Sustituye a: Sustituida por:		A





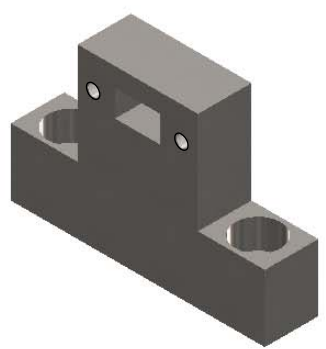
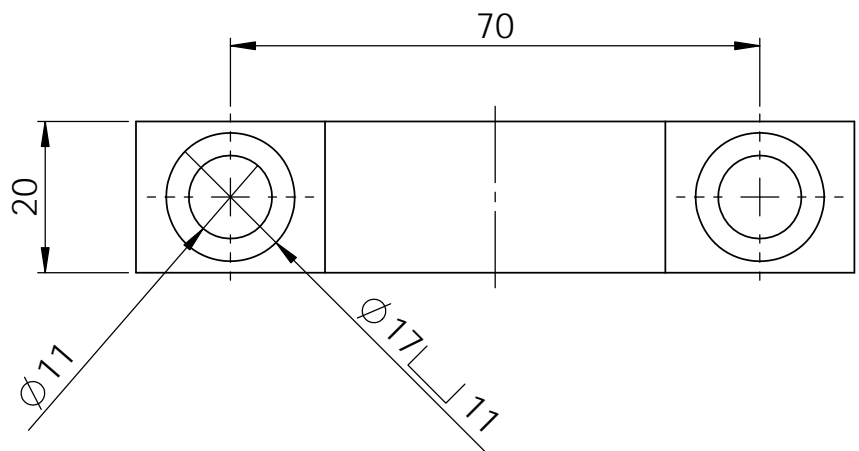
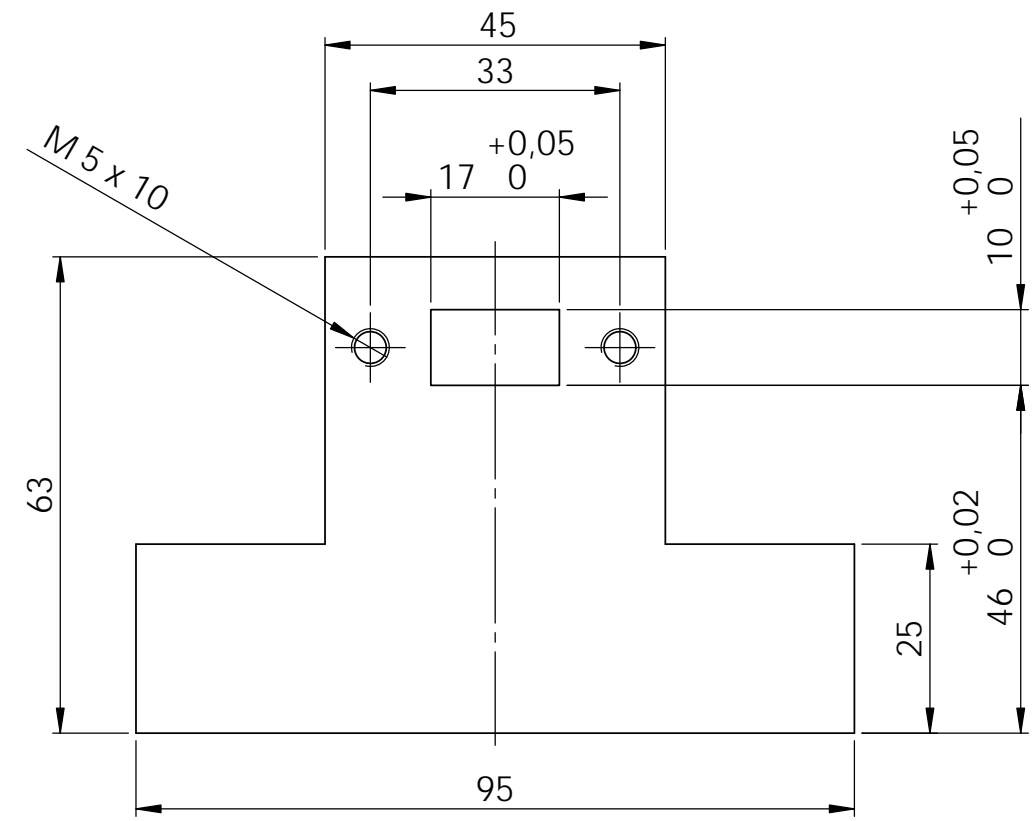



	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño			
Comprobado					
U.S.Norm.:	ISO	2768-fH			
Escalas 1:1	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	100.015
Proyeccion 	TACO REACCIÓN			REFERENCIA:	TACO REACCIÓN
				Sustituye a:	
				Sustituida por:	

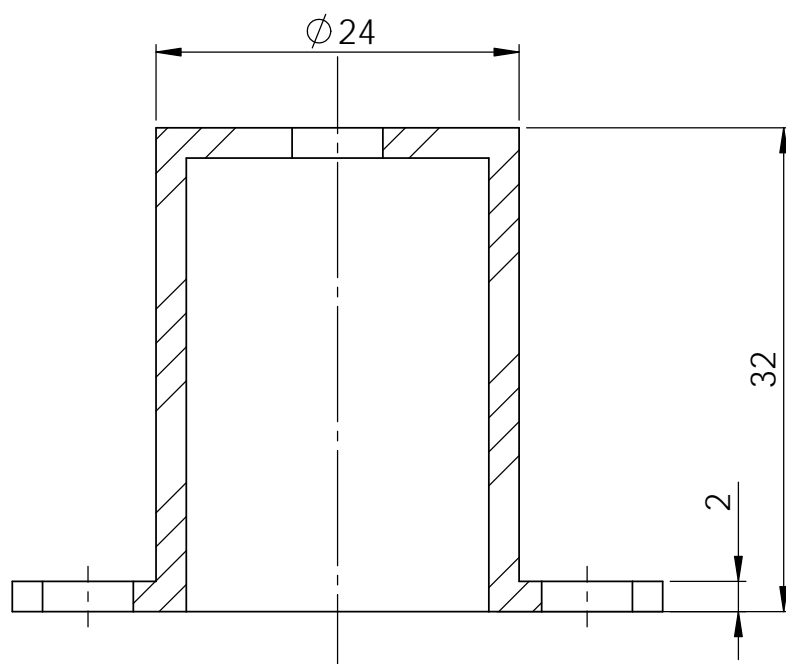
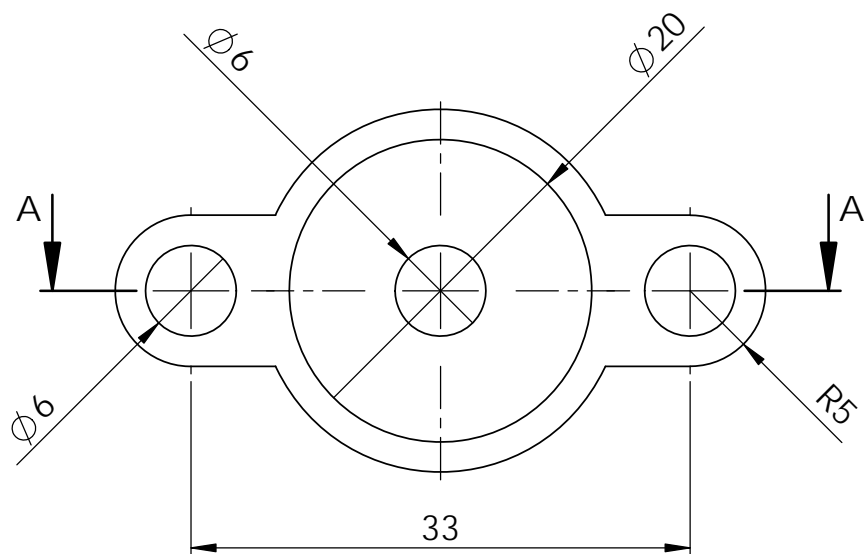
N8



	Fecha	Nombre	<p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica</p> 
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño	
Comprobado			
U.S.Norm.:	ISO	2768-mK	
Escalas	<p>Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario</p>		Número: 100.016
1:1			REFERENCIA: CURSOR
Proyeccion	<p>CURSOR</p>		Sustituye a:
			Sustituida por:





	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica	
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño		
Comprobado				
U.S.Norm.:	ISO	2768-mK		
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número: 100.017
1:1				REFERENCIA: SOPORTE DE CURSOR
Proyeccion	SOPORTE DE CURSOR			Sustituye a:
				Sustituida por:

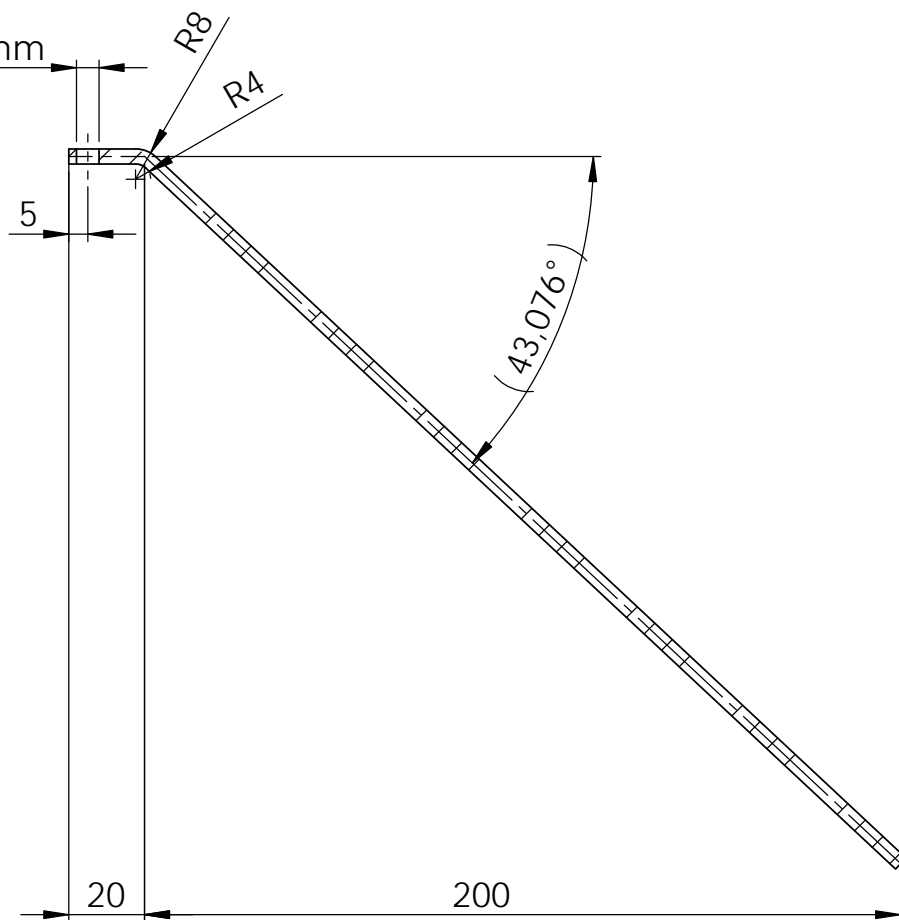


SECCIÓN A-A



	Fecha	Nombre		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA Grado en Ingeniería Mecánica		
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño				
Comprobado						
U.S.Norm.:	ISO	2768-mK				
Escalas	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario			Número:	100.018	
2:1				TAPA DE CURSOR		
Proyeccion				REFERENCIA:	TAPA DE CURSOR	
						

3 taladros $\varnothing 6$ a 65mm



Dimensiones de chapa antes del doblado 293,85 x 150 x 4 mm

	Fecha	Nombre
Dibujado	01-04-2019	G. Treviño
Comprobado		
U.S.Norm.:	ISO	2768-vL

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Grado en Ingeniería Mecánica



Escalas 1:2	Diseño de troquel progresivo para pieza de mobiliario
Proyeccion 	RAMPA

Número: 100.019

REFERENCIA: RAMPA

Sustituye a:

Sustituida por:



Logroño (La Rioja), 5 de Julio de 2019

Fdo.:

Gonzalo Treviño Orodea

-----Fin del documento PLANOS-----



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

PLIEGO DE CONDICIONES

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

Para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la
Universidad de La Rioja

Autor:

Gonzalo Treviño Orodea

Director:

Julio Blanco Fernández

Logroño, 5 de Julio de 2019



ÍNDICE

1	DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO	1
1.1	OBJETO	1
1.2	DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS	1
1.3	COMPATIBILIDAD Y RELACIONES ENTRE LOS DOCUMENTOS	1
2	CONDICIONES FACULTATIVAS	2
2.1	OBLIGACIONES DEL CONSTRUCTOR DEL PROYECTO	2
2.2	FACULTADES DEL JEFE DE TALLER	3
2.3	DISPOSICIONES VARIAS	4
2.3.1	CONTROLES DE FABRICACIÓN	4
2.3.2	CALIDADES INSUFICIENTES	4
3	CONDICIONES ECONÓMICAS	5
3.1	PRECIO DEL CONTRATO Y MEDICIONES	5
3.1.1	PRECIO DEL CONTRATO	5
3.1.2	MEDICIONES	5
3.1.3	RECLAMACIONES DE MEDICIONES	5
3.1.4	DIFERENCIAS EN EL PRESUPUESTO	5
3.2	VALORACIONES Y PRECIOS	6
4	GESTIÓN DE LA FABRICACIÓN	7
4.1	PLAZOS DE CONSTRUCCIÓN	7
5	CONDICIONES LEGALES	9
5.1	GENERALES	9
6	SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO	9
7	CONDICIONES TÉCNICAS	10
7.1	CONDICIONES GENERALES	10
7.2	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	10
7.2.1	ACERO F-1140	10
7.2.2	ACERO F-1252	12
7.2.3	ACERO F-5603	13
7.3	TRATAMIENTOS TÉRMICOS	14
7.3.1	ACERO F-1140	14
7.3.2	ACERO F-1252	15
7.3.3	ACERO F-5603	15
7.3.4	DEFEECTOS EN EL TEMPLE	16
7.4	ACABADO DE SUPERFICIES	18
7.5	AJUSTES Y TOLERANCIAS	19
7.6	LUBRICACIÓN DE LAS CHAPAS	19
7.7	PUESTA A PUNTO DEL TROQUEL	19
7.7.1	DEFECTOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO DE CORTE	20
7.7.1.1	REBABAS EN LAS ARISTAS DE CORTE	20
7.7.1.2	AMOLADO DE LA CHAPA	20
7.7.2	DEFECTOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO DE DOBLADO	20
7.7.2.1	GEOMETRÍA INCORRECTA	21



7.7.2.2	AUSENCIA DE PISADO	21
7.7.2.3	DISTORSION DE GEOMETRIAS LINDANTES A LA ZONA DE CURBADO	21
7.7.2.4	MARCAS POR ROZAMIENTO	21
7.7.2.5	SOLDADURA EN FRÍO	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología de enfriamiento de piezas tras un tratamiento térmico.	16
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química acero F-1140	11
Tabla 2: Características mecánicas acero F-1140	11
Tabla 3: Equivalencias del acero F-1140	11
Tabla 4: Tratamientos térmicos acero F-1140	11
Tabla 5: Piezas conformadas con acero F-1140	11
Tabla 6: Composición química acero F-1252	12
Tabla 7: Características mecánicas acero F-1252	12
Tabla 8: Equivalencias del acero F-1252	12
Tabla 9: Tratamientos térmicos acero F-1252	12
Tabla 10: Piezas conformadas con acero F-1252	13
Tabla 11: Composición química acero F-5603	13
Tabla 12: Características mecánicas acero F-5603	14
Tabla 13: Equivalencias del acero F-5603	14
Tabla 14: Tratamientos térmicos acero F-5603	14
Tabla 15: Piezas conformadas con acero F-5603	14
Tabla 16: Defectos en el temple, causas y soluciones	17



1 DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

1.1 OBJETO

El objetivo de este pliego es definir las condiciones particulares que regirán y ordenarán los aspectos técnicos y de gestión de la fabricación de las piezas, el montaje del troquel y las posteriores pruebas a para asegurar su correcto funcionamiento

1.2 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Este pliego de condiciones, junto a la memoria, el presupuesto y los planos, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución del troquel.

El pliego de prescripciones técnicas particulares establece, de una manera más concreta, la definición de las obras en cuanto a su naturaleza intrínseca y a sus características particulares.

Los planos constituyen aquellos documentos que definen por completo la obra en cuanto a su forma geométrica y cuantitativa.

Los presupuestos constituyen aquellos documentos que definen la obra acorde a sus aspectos económicos y de inversión.

1.3 COMPATIBILIDAD Y RELACIONES ENTRE LOS DOCUMENTOS

En el caso de que existiera algún tipo de contradicción o incompatibilidad entre los planos y el pliego de condiciones particulares, prevalecerá lo establecido en el primer documento. Si existiese algún elemento plasmado en el pliego y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser tratado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre y cuando la unidad de obra esté detallada en uno u otro documento y figure en el presupuesto.



2 CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1 OBLIGACIONES DEL CONSTRUCTOR DEL PROYECTO

- I. Las presentes condiciones serán de obligada observación por el fabricante del troquel, quien deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar las obras con estricta sujeción a las mismas.
- II. Fabricación. Para la ejecución de la mecanización de los componentes que forman parte del troquel, así como para su montaje y ajuste, el fabricante deberá poseer unas instalaciones, maquinaria y personal acordes a la complejidad y extensión de los trabajos que se ejecuten.
- III. Personal. La totalidad de los trabajos deberán ejecutarse por trabajadores con una preparación y cualificación válida para la correcta ejecución del proyecto. Cada fase de la fabricación se ordenará armónicamente con las demás, procurando facilitar el trabajo en cada una de ellas, en ventaja de la buena ejecución y rapidez en la construcción, ajustándose a la planificación económica prevista en el presente proyecto.
- IV. Las precauciones a adoptar durante la fabricación del troquel serán las previstas en la “Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo” del 9 de marzo de 1971 y su posterior corrección del 6 de abril de 1971.
- V. Responsabilidad del constructor. En lo que concierne a los trabajos que se van a ejecutar, el constructor del proyecto será el único responsable del mal ajuste así como de elementos defectuosos, materiales y piezas comerciales no acordes a las especificaciones establecidas, recayendo su reparación enteramente a su cuenta y riesgo.
- VI. Las especificaciones no descritas en este pliego de condiciones, en relación al proyecto y que figuren en el resto de los documentos que



completa el mismo: planos, presupuesto, memoria, así como el grado de calidad exigido en este pliego, deben ser consideradas como datos a tener en cuenta en la formulación de la oferta a la empresa que se encargue de la construcción de la matriz.

- VII. El constructor se hará responsable de la adaptación del sistema alimentador de la banda a la prensa donde valla a funcionar, así como del perfecto ajuste del troquel para que los productos fabricados obtengan la calidad establecida en el plano de la pieza modelo (plano N° 010.001)

2.2 FACULTADES DEL JEFE DE TALLER

- I. El cliente y la oficina técnica de la empresa encargada de la construcción del troquel quedan obligados a resolver todas las dudas que les surjan en relación a los planos de manera inmediata o a posteriori durante el transcurso de las pruebas.
- II. Aceptación de materiales. Los materiales usados serán reconocidos antes de su procesado por el jefe de taller, sin cuya aprobación no podrán emplearse en la construcción de las diferentes piezas. El jefe de taller, en pro de asegurar la calidad del troquel, se reserva el derecho de rechazar aquellos que no reúnan las condiciones requeridas para. Las muestras de los materiales una vez hayan sido aceptados, serán conservadas juntamente con los certificados de los análisis para su posterior comparación y contraste.
- III. Si a juicio del jefe de taller hubiera alguna pieza mal fabricada, montada, o si fuera comercial, recibida en mal estado, el jefe de fábrica tendrá el deber de arreglar la pieza, o si esto no fuera posible volver a construirla cuantas veces sea necesario, hasta que quede a satisfacción del jefe de taller.



2.3 DISPOSICIONES VARIAS

2.3.1 CONTROLES DE FABRICACIÓN

La empresa constructora del troquel deberá cumplir las exigencias de calidad marcadas por la norma ISO 9001, como condición necesaria para que se le adjudique la construcción del proyecto. Deberá llevarse a cabo el control de calidad tal como se indique en el manual de calidad dispuesto en la normativa vigente en su caso. Con independencia de ello, el cliente, podrá ordenar cuando considere oportuno realizar las pruebas y ensayos, análisis y obtención de piezas de muestras para comprobar que tanto los materiales como las diferentes partes se encuentran en perfectas condiciones y cumplen lo concretado en este pliego de condiciones.

El abono de todas las pruebas y ensayos serán por cuenta del constructor del troquel, hasta un importe correspondiente al uno por ciento del precio total del contrato. Los ensayos adicionales a dicho importe que el jefe de taller considere oportunos efectuar, serán abonados por el PROPIETARIO.

Las pruebas y ensayos, en todos los casos, serán realizados por el cliente o por una entidad o persona, elegida por este.

2.3.2 CALIDADES INSUFICIENTES

Cuando del resultado de los ensayos practicados se deduzca la existencia de una calidad inferior a lo exigido en el presente pliego, tanto en relación a los materiales como al montaje de las piezas, los tratamientos, pero que sin embargo pueda ser aceptada a juicio del jefe de taller, se deducirá del precio de dicha partida un porcentaje de descuento que marcará la dirección a la vista de la diferencia de calidades que se obtuviera, todo ello sin perjuicio de otros tipos de penalizaciones contractuales, acordadas entre el cliente y el constructor.



3 CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1 PRECIO DEL CONTRATO Y MEDICIONES

3.1.1 PRECIO DEL CONTRATO

A efectos de aplicación de este pliego se entiende, que el precio del contrato es aquel que resulta de aplicar al presupuesto de ejecución material el incremento de los porcentajes del beneficio industrial y los gastos generales que hayan sido acordados contractualmente entre el cliente y el fabricante de la máquina, afectado de la baja que resulte del encargo.

3.1.2 MEDICIONES

La medición del conjunto de unidades de componentes que constituyen este proyecto se verificará aplicando a cada unidad de fabricación, la unidad de medición que le sea oportuna y con arreglo a las mismas unidades expresadas en el presupuesto, unidad completa o unidades, milímetros, milímetros cúbicos, kilogramos, horas, etc.

3.1.3 RECLAMACIONES DE MEDICIONES

Todas las mediciones que se realicen comprenderán las unidades de fabricación necesarias, no teniendo el fabricante derecho a la reclamación de ninguna especie por las diferencias que acaeciesen entre las mediciones que se efectúen y las que figuren en el proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diferentes unidades que figuren en los estados de valoración.

3.1.4 DIFERENCIAS EN EL PRESUPUESTO

Según lo mencionado en la *cláusula I del apartado 2.1*, se supone que el constructor ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el proyecto y por lo tanto se le supone conocedor de los posibles errores que contiene el presupuesto y las mediciones. Las reclamaciones que estime necesarias hacer en este sentido, deberán realizarse antes de la firma del contrato entre cliente y constructor.



3.2 VALORACIONES Y PRECIOS

- I. Valoraciones. Las valoraciones de las unidades de fabricación que figuren en el proyecto se efectuarán multiplicando el número de éstas por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto, para los componentes comerciales. Para los componentes no comerciales la valoración se realizará multiplicando las unidades por el precio del material del que están compuestos más el valor constructivo.
- II. En los precios unitarios citados en el artículo anterior se consideran incluidos: los gastos del transporte, roturas, la carga y descarga, así como todo tipo de impuestos fiscales que los graven.
- III. En el valor constructivo van a estar incluidos los gastos del transporte de materiales, la carga y descarga, la maquinaria y energía requeridas, la mano de obra indirecta, los gastos de financiación, los gastos indirectos, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos fiscales que graven por el Estado, durante la ejecución de los componentes, así como toda clase de cargas sociales. También serán de cuenta del fabricante los honorarios, tasas y demás gravámenes que se originen de las inspecciones y revisión de las instalaciones con que está dotado el proyecto.
- IV. Esta fabricación no está sujeta a revisión periódica de precios, salvo que se haya pactado contractualmente entre cliente y constructor.
- V. Precios contradictorios. Si ocurriese algún caso imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre el cliente y el fabricante, éstos deberán discutirse y aceptarse entre las partes, PREVIAMENTE a su ejecución. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento:

Los precios unitarios que comprendan el nuevo precio contradictorio serán de igual importe que los que contenga el proyecto, en los de descomposición de precios o en los cuadros de precios unitarios. Si no existiera cuadro de precios descompuestos o algún precio unitario no



figurara en dichos cuadros, se fijará su importe con arreglo al que rija en el mercado en ese momento, siempre que sea dentro del plazo de ejecución del troquel.

- VI. El constructor podrá estudiar los tiempos estimados para la fabricación y montaje de los componentes. Tendrá un plazo de diez días para examinarla y deberá, dentro de este plazo, dar su conformidad o en caso contrario, hacer las reclamaciones que considere oportunas.

4 GESTIÓN DE LA FABRICACIÓN

4.1 PLAZOS DE CONSTRUCCIÓN

- I. Plazo de ejecución y entrega. Se establece como plazo de ejecución completo, es decir con el troquel instalado y funcionando en la fábrica del cliente, un mes a partir de la adjudicación por parte del cliente a un constructor.

El plazo mencionado comenzará a contar a partir del día siguiente de la firma del contrato.

El incumplimiento de la fecha de entrega no es óbice para el rechazo por parte del cliente del troquel. Si no se entregase, transcurrido el tiempo mencionado, el cliente podrá rehusar el pago del troquel, pudiendo adjudicar el proyecto a otro constructor. Siempre y cuando, existiendo la posibilidad de que el cliente perdiera el pago inicial por adjudicación.

- II. Recepción. Se hará dentro del plazo de ejecución establecido.
- III. En el caso de que la instalación no se encuentre en estado de comenzar la producción, el jefe de taller plasmará en el acta aquellas modificaciones, sustituciones o reparaciones que se deberán acometer, dándole el cliente un plazo para efectuarlas.



- IV. El comienzo plazo de la garantía se producirá a partir de la fecha de ejecución completa de las obras y tendrá un año natural de duración.
- V. Al realizarse la recepción de las obras el fabricante deberá presentar las convenientes autorizaciones de los organismos oficiales para el uso y puesta en servicio de la producción.
- VI. Revisión definitiva. Se realizará en el área de producción dentro del mes siguiente al cumplimiento del plazo de garantía.
- VII. Plazo de garantía. Sin perjuicio de las garantías que se hayan pactado entre el cliente y el constructor, este último garantiza en general todas las piezas que ejecute, así como los materiales empleados en ellos y su buena mecanización, tratamiento y montaje.
- VIII. Durante el periodo de garantía, el constructor corregirá los defectos observados y reparará las averías producidas por estos.
- IX. El constructor garantiza al cliente contra toda reclamación de terceras personas, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con las piezas fabricadas.
- X. Tras la revisión definitiva por parte del cliente, el constructor quedará relevado de toda responsabilidad, salvo lo referente a los defectos ocultos en la construcción, debidos al incumplimiento del contrato, de los cuales responderá en el término de 5 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.
- XI. Pruebas para la recepción. Previamente a la mecanización de las piezas, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por el jefe de taller. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener dicha conformidad, deberán ser retirados todos aquellos que la citada persona rechace.



5 CONDICIONES LEGALES

5.1 GENERALES

- I. El contrato se formalizará mediante un documento privado según convengan las partes, cliente y constructor del proyecto, y en él se especificarán las particularidades que convengan a ambos. El constructor y el cliente firmarán este pliego previamente, obligándose a su cumplimiento, siendo nulas las cláusulas que se opongan o anulen disposiciones de este o de cualquier otro carácter legal.
- II. El constructor se obliga a exigir el cumplimiento de lo reglado en el presente pliego y en el contrato a los subcontratistas e instaladores que intervengan en el proyecto, dándoles conocimiento de lo contenido en los mismos.

6 SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

El personal de taller deberá cumplir obligatoriamente la siguiente normativa:

- Normas Técnicas reglamentarias MT-1 a la MT-27, sobre cascos de seguridad, guantes, calzado, gafas, protectores auditivos, pantallas, etc. “Resolución de la Dirección General de Trabajo. Desde B.O.E. 30/12/74 al 11/12/81.”
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Orden del Ministerio de Trabajo de 09/03/71. B.O.E. 16 y 17/03/71. Corrección de errores de 06/04/71.



7 CONDICIONES TÉCNICAS

7.1 CONDICIONES GENERALES

- I. Todas las materias primas a emplear en el presente troquel serán de primera calidad.
- II. Todos los materiales a los que este proyecto se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas que se crean pertinentes para acreditar su calidad. Cualquier otro que no haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por el jefe de la oficina técnica.
- III. Documentación en la planta de fabricación. Se dispondrá de tres copias de todos los planos y una del pliego de condiciones. Una de las copias de los planos estará destinada a la zona de máquinas, otra al almacén de material, y otra al departamento administrativo dedicado al control de pedidos.

7.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

7.2.1 ACERO F-1140

El acero F-1140 se empleará como material de soporte y para ejecutar piezas auxiliares. El CENIM (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas) lo clasifica como un acero semiduro.

- APLICACIONES: Elementos de máquinas de buena resistencia, bloques hidráulicos, moldes y portamoldes. Templa bien. Se puede emplear para piezas templadas por inducción que requieran durezas superficiales de 55 HRC.
- SOLDADURA: Buena. Electrodo básico o hilo CO₂. Se recomienda precalentar entre 200 °C - 250 °C y enfriar lentamente.
- MECANIZACIÓN: Excelente. Precisa de tratamiento de recocido o estabilizado posterior al oxicorte para eliminar la dureza superficial resultante.



DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

Tabla 1: Composición química acero F-1140

COMPOSICIÓN QUÍMICA [%]	C	Mn	Si	P	S	Carbono equivalente	Cr+Mo+Ni
F-1140	0.4-0.5	0.5-0.8	≤ 0.4	≤ 0.045	≤ 0.035	0.55	≤ 0.63

Tabla 2: Características mecánicas acero F-1140

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	R. [kg/mm ²]	E. [kg/mm ²]	A [%]	Dureza Brinell
	60-70	33	17	175-220

Tabla 3: Equivalencias del acero F-1140

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS	CENIM	IHA	CIN	SAE/AISI	BS	UNI
	F-1140	F-114	CK45	1045	EN8	C-45

Tabla 4: Tratamientos térmicos acero F-1140

TRATAMIENTOS TÉRMICOS	TEMPERATURA	ENFRIAMIENTO
Recocido de ablandamiento	670°C - 710°C	Aire
Recocido globular	710°C / 6 horas	10°C / hora hasta 650°C
	670°C / 8 horas	
Normalizado	840°C - 870°C	Aire
Temple	830°C - 850°C	Agua
	840°C - 860°C	Aceite
Revenido	500°C - 650°C	Aire

Las siguientes piezas se deben fabricar con este material:

Tabla 5: Piezas conformadas con acero F-1140

PIEZA	Nº DE PLANO	CANTIDAD
Base superior	100.001	1
Placa portapunzones	100.003	1
Placa intermedia	100.008	1
Base inferior	100.010	1
Calzo	100.014	4
Rampa	100.019	1
Taco reacción	100.015	2
Soporte cursor	100.017	2
Cursor	100.016	2
Tapa de cursor	100.018	2



7.2.2 ACERO F-1252

El acero F-1252 se empleará como material de trabajo para las placas guía, sufridera y las matrices de corte y doblado, así como para el punzón de doblado. El CENIM (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas) lo clasifica como un acero aleado de gran resistencia y extraduro.

- **APLICACIONES:** Se utiliza generalmente para piezas que precisen de una dureza superior. Se consiguen mediante temple al aceite hasta 45/58 HRC y de 160/200 kg/m. Algunas aplicaciones son para el ramo de máquinas, automoción y aeronáuticas, para piezas que precisen temple por inducción para conseguir solicitaciones elevadas.
- **SOLDADURA:** Buena. Acero soldable por procesos de soldeo adecuados. Se requieren un precalentamiento y enfriamiento controlados, debiendo contemplar tratamiento térmico de alivio de tensiones después de soldar.
- **MECANIZACIÓN:** Excelente. En caso de oxicorte precisa de estabilizado o recocido posterior al corte de las piezas.

Tabla 6: Composición química acero F-1252

COMPOSICIÓN QUÍMICA [%]	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo
F-1252	0.37-0.43	0.6-0.9	0.15-0.4	≤ 0.025	≤ 0.035	0.85-1.15	0.15-0.26

Tabla 7: Características mecánicas acero F-1252

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	R. [kg/mm ²]	E. [kg/mm ²]	A [%]	Dureza Brinell
	90-110	70	10	300-344

Tabla 8: Equivalencias del acero F-1252

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS	CENIM	AFNOR	SAE/AISI	BS	UNI
	F-1252	42CD4	4140	EN19	41Cr Mo4

Tabla 9: Tratamientos térmicos acero F-1252

TRATAMIENTOS TÉRMICOS	TEMPERATURA	ENFRIAMIENTO
Recocido de ablandamiento	680°C - 720°C	Horno
Normalizado	870°C - 890°C	Aire
Temple	890°C - 1000°C	Aceite
Revenido	500°C - 650°C	Aire



Las siguientes piezas se deben fabricar con este material:

Tabla 10: Piezas conformadas con acero F-1252

PIEZA	Nº DE PLANO	CANTIDAD
Punzón de doblado	100.006	2
Placa sufridera	100.002	1
Placa guía	100.009	1
Matriz de tronzado	100.013	1
Placa matriz	100.011	1
Matriz de doblado	100.012	1

7.2.3 ACERO F-5603

El acero F-5603 se empleará como material de trabajo para los punzones de corte, que son: punzón de entalla, de contorno y de tronzado. La UNE-EN 10027-2:2016 lo clasifica como un acero para herramientas de corte rápido de gran resistencia y extraduro.

- **APLICACIONES:** Se utiliza generalmente para piezas que precisen de una dureza superior. Se consiguen mediante temple al aceite hasta 64/66 HRC. Se usa en herramientas de mecanizado por arranque de virutas, fresas, brocas espirales, machos de roscar, escariadores, herramientas para brochar, cuchillas para torneear, cuchillas para cepillar, segmentos de sierra circular, sierras de metal, herramientas para trabajar madera, terrajas de roscar, avellanadores, punzones para extrusión en frío, herramientas para corte de precisión, matrices, punzones, moldes para plástico con alta resistencia al desgaste.
- **CARACTERÍSTICAS:** Acero rápido más utilizado con diversas aplicaciones. Su aleación equilibrada proporciona una alta tenacidad y resistencia a la compresión, así como alta resistencia al desgaste, siendo además termorresistente.

Tabla 11: Composición química acero F-5603

COMPOSICIÓN QUÍMICA [%]	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	V	W
F-5603	0.86-0.94	≤ 0.4	≤ 0.45	≤ 0.025	≤ 0.03	3.8-4.5	4.7-5.2	1.7-2.1	5.9-6.7



Tabla 12: Características mecánicas acero F-5603

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	R. [kg/mm ²]	E. [kg/mm ²]	A [%]	DUREZA BRINELL
	90-95	85	8	240-270

Tabla 13: Equivalencias del acero F-5603

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS	UNE	SAE/AISI	Simbólica
	F-5603	M2;T11302	HS6-52C

Tabla 14: Tratamientos térmicos acero F-5603

TRATAMIENTOS TÉRMICOS	TEMPERATURA	ENFRIAMIENTO
Recocido blando	770°C - 860°C	Horno
Recocido para liberar tensiones	630°C - 650°C	Horno
Temple	1190°C - 1230°C	Aceite, baño caliente (550°C), gas a presión (N ₂)
Revenido	530°C - 560°C	Aire

Las siguientes piezas se deben fabricar con este material:

Tabla 15: Piezas conformadas con acero F-5603

PIEZA	Nº DE PLANO	CANTIDAD
Punzón de entalla	100.004	2
Punzón de contorno	100.005	2
Punzón de tronzado	100.007	1

7.3 TRATAMIENTOS TÉRMICOS

7.3.1 ACERO F-1140

Se normalizará, previamente a la mecanización, a una temperatura de entre 840°C a 870°C y se enfriará al aire, posteriormente se le realizará un recocido de ablandamiento contra la acritud para mejorar el mecanizado.



La pieza denominada “CURSOR” (plano N° 100.016) deberá recibir un tratamiento de nitruración tras el mecanizado. La nitruración se realizará a una temperatura de entre 500°C a 600°C durante un período de tiempo de 20 horas para conseguir una penetración de entre 0.3 a 0.5 mm en la superficie del material. La dureza resultante del tratamiento se encontrará entorno a los 50 HRC.

7.3.2 ACERO F-1252

A este material se le aplicará un recocido de ablandamiento entre 680°C y 720°C con enfriamiento en horno para mejorar la mecanización del mismo.

Tras el mecanizado se le realizará un bonificado. La primera acción a realizar es el temple, a una temperatura de entre 890°C a 100°C seguido de un enfriamiento en aceite. Para finalizar el bonificado, las piezas se someterán a un revenido de recuperación a una temperatura de entre 500°C a 650°C con un enfriamiento al aire, para disminuir la fragilidad adquirida en el proceso de templado y eliminar tensiones superficiales que pudieran generar problemas durante el funcionamiento del troquel.

La dureza que deben adquirir las piezas fabricadas con este material tras el bonificado es de 55 ± 1 HRC, la penetración del tratamiento térmico debe ser de 4 a 5mm.

7.3.3 ACERO F-5603

A este material se le aplicará un recocido blando entre 770°C y 860°C con enfriamiento en horno para mejorar la mecanización del mismo.

Tras el mecanizado se le realizará un bonificado. La primera acción a realizar es el temple, a una temperatura de entre 1190°C a 1230°C seguido de un enfriamiento en aceite. Para finalizar, las piezas se someterán a un revenido de recuperación a una temperatura de entre 530°C a 650°C con un enfriamiento al aire, para disminuir la fragilidad adquirida en el proceso de templado y eliminar tensiones superficiales que pudieran generar problemas durante el funcionamiento del troquel.

La dureza que deben adquirir las piezas fabricadas con este material tras el bonificado es de 60 ± 1 HRC, la penetración del tratamiento térmico debe ser de 4 a 5mm.

7.3.4 DEFECTOS EN EL TEMPLE

La forma adecuada de realizar los enfriamientos de las piezas sometidas a algún tipo de tratamiento térmico se indica en la siguiente figura:

Obleto	Enfriam. correcto	Enfriam. Incorrecto
Piezas largas (punzón de cortar, clavija de centrado, punzón de embutir)		
Piezas cilíndricas con orificio (aros de corte)		
Aros planos (de refuerzo de las matrices)		
Piezas (piezas de corte, piezas sufrideras del punzón)		
Estampas planas endurecidas (estampa para remachar, punzón de las máquinas de forjar)		
Estampa profunda		

Figura 1: Metodología de enfriamiento de piezas tras un tratamiento térmico.



En el supuesto de que aparecieran defectos derivados del temple se debe recurrir a la siguiente tabla, en la que se obtiene una solución adecuada a cada tipo de fallo y se da una explicación de la causa de este:

Tabla 16: Defectos en el temple, causas y soluciones

DEFECTO	ORIGEN DEL ACCIDENTE	CAUSA	SOLUCIÓN
Fragilidad exagerada (poca tenacidad)	Sobrecalentamiento	Cuando la temperatura de calentamiento ha sido bastante superior a la que corresponde al acero, queda el material sobrecalentado con un grano muy basto y la herramienta frágil.	Si el sobrecalentamiento no ha sido exagerado, basta templar otra vez la herramienta, a su temperatura correspondiente. Si el calentamiento ha sido bastante fuerte habrá que recocer el material y, si es posible, será mejor forjarlo, recocerlo y templarlo de nuevo.
	Quemado	Si la temperatura alcanzada en el calentamiento es muy superior a la crítica, el acero se quema y queda muy frágil.	No se puede regenerar el material y la herramienta ha quedado inutilizada.
	Calentamiento muy prolongado	Si la herramienta ha sufrido un calentamiento muy prolongado a temperatura superior a la prescrita, aumenta, el tamaño del grano del acero, por lo cual queda el material frágil.	Síganse las instrucciones señaladas para el sobrecalentamiento y tener siempre en cuenta que el tiempo de permanencia a temperatura alta debe ser sólo el suficiente para que el centro de la pieza adquiera la temperatura de temple.
Aparición de grietas o roturas en la herramienta	Calentamiento demasiado rápido e irregular	La herramienta se ha templado en un líquido que proporciona un enfriamiento más enérgico del que corresponde a la clase de acero empleado.	Revenir muy fuertemente o, mejor aún, recocer la pieza y templarla, empleando el líquido temple apropiado.
	Calentamiento irregular y brusco	Si durante el calentamiento hay zocos de la herramienta con temperaturas muy diferentes, se crean tensiones muy peligrosas, que dan lugar a grietas o roturas espontáneas	Calentar las herramientas lenta, regular y progresivamente, hasta que el núcleo central llegue a la temperatura de temple, y luego enfriar rápidamente.
	Fabricación defectuosa de la herramienta	Al proyectar una herramienta hay que evitar, en lo posible, ángulos agudos y aristas muy vivas. Después de terminadas no deben presentar rayas ni otras irregularidades.	Procurar que las herramientas presenten aristas redondeadas y las superficies sin rayas ni resaltes bruscos.
	Fabricación defectuosa de la herramienta		Emplear aceros indeformables al temple.
Dureza insuficiente	Por no alcanzar la Temperatura suficiente	La herramienta se ha calentado a una temperatura inferior a la crítica, y a pesar de ser enfriada rápidamente no alcanza la dureza que le corresponde: no temple.	Volver a calentar la herramienta a temperatura más alta, la cual debe ser la recomendada, para el acero elegido. Si operando en esta, forma, la herramienta no temple, comprobar el funcionamiento del pirómetro
	Por haber efectuado no calentamiento cono	La superficie de la herramienta ha alcanzado la temperatura de temple, pero el interior habrá quedado a temperatura inferior, por lo cual no se efectúa correctamente el tratamiento.	Volver a templar la herramienta, dejando que permanezca en el horno el tiempo suficiente para que penetre el calor hasta el interior de la pieza.



DEFECTO	ORIGEN DEL ACCIDENTE	CAUSA	SOLUCIÓN
	Pérdida de temperatura	Una maniobra de temple muy lenta, por estar demasiado lejos el baño líquido del horno a otro entorpecimiento, ha enfriado la pieza, que en el momento de entrar en el baño no tenía la temperatura conveniente.	Volver a calentar la herramienta, procurando llevarla lo más rápidamente posible del horno al baño de enfriamiento.
	Descarburación superficial	Durante el calentamiento, la superficie de la pieza se ha descarburado. Una capa exterior queda con una composición que no admite el temple. La descarburación también puede provenir de la barra de acero en bruto a la que no se ha eliminado la capa superficial.	Eliminar la capa descarburada con la piedra de esmeril. Si la herramienta es complicada y la descarburación profunda, recocer la pieza, eliminar la capa superficial y volver a templar, evitando atmósferas descarburantes.
	Oxidación superficial.	Una atmósfera oxidante en el horno recubre la superficie de las herramientas de una capa de cascarilla que impide el enfriamiento rápido de la superficie de la pieza.	Volver a templar la herramienta, evitando atmósferas oxidantes. Si al salir del horno tiene algo de cascarilla, quitarla antes de introducir en el baño. Un trozo de carbón vegetal en el horno disminuye la acción oxidante de la atmósfera.
	Recubrimiento superficial	Cuando el calentamiento se efectúa en el baño de sales, algunas veces queda un resto de sal adherido a la superficie, lo cual impide un enfriamiento rápido en ese lugar, que queda más blando que el resto de la pieza.	Volver a templar la herramienta, procurando que salga bien limpia del baño, y si es necesario quitarle las sales adheridas antes de introducirla en el líquido de temple.
	Poca velocidad de enfriamiento	El empleo de aceites que hayan perdido viscosidad y sean poco energéticos, o recipientes pequeños que permiten que el baño se caliente, impidiendo el enfriamiento rápido de la pieza.	Volver a templar la herramienta en un líquido de enfriamiento más energético y utilizar depósitos con capacidad suficiente, según el tamaño o número de piezas que se van a templar.

7.4 ACABADO DE SUPERFICIES

Todas las piezas llevarán especificada la terminación requerida de sus superficies en los planos con arreglo a las normas ISO y UNE.

Los acabados se engloban en tres tipos:

- Fino (N1, N2, N3, N4)
- Entrefino (N5, N6, N7, N8)
- Basto (N9, N10, N11, N12)



Por regla general el acabado fino será necesario en superficies que estén en contacto deslizante. El entrefino, en superficies de contacto fijo. Y el basto, en superficies de asiento.

7.5 AJUSTES Y TOLERANCIAS

En los planos la tolerancia general se realizará de acuerdo con la norma ISO 2768 especificándose en el dibujo cualquier variación con respecto a ella. Cuando las piezas requieran de ajuste, las medidas de tolerancias y holguras se observarán en las normas vigentes UNE-EN ISO 286-1:2011 y su corrección posterior UNE-EN ISO 286-1:2011/AC:2013 así como la UNE-EN 286-2: 2011 y su corrección posterior UNE-EN ISO 286-1:2011/AC:2013. Los distintos símbolos, tipos e indicaciones en los planos de las tolerancias geométricas vendrán definidos por la norma UNE-EN ISO 1101:2017.

Siempre que la construcción o el acoplamiento con elementos comerciales no obliguen a lo contrario, se empleará el sistema de agujero base, dando las tolerancias a tenor del ajuste de los ejes. Los elementos terminados serán de líneas exactas y estarán exentos de torsiones, dobleces y uniones abiertas.

7.6 LUBRICACIÓN DE LAS CHAPAS

La imprimación con la que se suministran las bobinas de acero es suficiente para conseguir reducir el rozamiento entre la chapa y los útiles de conformado, por consiguiente, no es necesario aplicar una lubricación adicional.

7.7 PUESTA A PUNTO DEL TROQUEL

Este apartado trata de exponer y resolver los problemas que puedan aparecer durante la puesta a punto del troquele o posteriormente durante la producción. A continuación, se muestran algunos defectos que pueden aparecer en los procesos de corte y doblado:



7.7.1 DEFECTOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO DE CORTE

Como consecuencia de las fuerzas producidas sobre el material y la tensión que genera la disposición de sus fibras, las piezas cortadas mediante punzón y matriz presentan una serie de pequeños defectos de forma en su geometría, tales como:

7.7.1.1 REBABAS EN LAS ARISTAS DE CORTE

La rebaba consiste en un pequeño filo de material que sobresale en sentido transversal al plano de la chapa cortada. Suele producirse por el rozamiento que se genera entre el material, la matriz y el punzón en el corte. Si los elementos cortantes tienen filos romos también se originan rebabas.

El volumen de rebaba que se genera en una pieza es directamente proporcional a su espesor, e inversamente proporcional a la dureza y la acritud de esta. Así, las piezas blandas y con espesores grandes son más propensas a la aparición de rebabas.

7.7.1.2 AMOLADO DE LA CHAPA

El amolado de la chapa es la pequeña curvatura que existe en las aristas formadas entre el plano y la pared de corte del material. La compactación del material presionado por el punzón sobre la matriz, iniciando una especie de embutidura, y el estiramiento posterior en el momento de la rotura de las fibras son los principales causantes de este efecto, que se produce siempre en la cara opuesta en donde aparecen las rebabas de la pieza. Este fenómeno se produce más fácilmente en materiales blandos, con poca acritud y de grandes espesores.

7.7.2 DEFECTOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO DE DOBLADO

Los defectos que se producen en las piezas dobladas tienen su origen en diversas causas imputables, principalmente, a las herramientas de conformando y a los materiales de las planchas.



7.7.2.1 GEOMETRÍA INCORRECTA

Los errores más frecuentes de cálculo y diseño de elementos de utillajes tienen que ver con la geometría de la pieza, que en ocasiones no se corresponde con los valores de radios y desarrollos calculados, una vez se ha doblado el material. En este caso habrá de realizar ensayos con probetas para adecuar los cálculos.

7.7.2.2 AUSENCIA DE PISADO

Una causa común de defectos en el doblado, deriva de la ausencia del pisado de la banda. Durante el proceso de doblado, el material puede desplazarse por la acción de los punzones derivando en geometrías finales incorrectas con arrugas y curvados indeseados de zonas que deberían ser planas.

7.7.2.3 DISTORSION DE GEOMETRIAS LINDANTES A LA ZONA DE CURBADO

El desplazamiento molecular que se produce en las aristas a causa de su conformado es también responsable directo de la deformación que se produce en la geometría de los punzonados cercanos.

Se debe prestar especial atención a las distancias mínimas a guardar entre aristas, agujeros y zonas curvas para que no se generen deformaciones en los procesos anteriores.

7.7.2.4 MARCAS POR ROZAMIENTO

Las marcas producidas por el rozamiento entre la pieza y los útiles de doblado son un problema difícilmente solucionable. Estas marcas aparecen en mayor o menor medida dependiendo de los radios de curvatura, el material, los acabados de punzón y matriz, la lubricación y la velocidad de trabajo.

7.7.2.5 SOLDADURA EN FRÍO

La aparición de este fenómeno sobre los elementos de conformando, favorece la abrasión, el laminado y el gripaje de las zonas de contacto con la pieza.



La elección correcta de los materiales de los útiles, sus tratamientos, acabados y la lubricación, permiten la neutralización de este problema.

Logroño (La Rioja), 5 de Julio de 2019

Fdo.:

Gonzalo Treviño Orodea

-----Fin del documento PLIEGO DE CONDICIONES-----



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

MEDICIONES

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

Para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la
Universidad de La Rioja

Autor:

Gonzalo Treviño Orodea

Director:

Julio Blanco Fernández

Logroño, 5 de Julio de 2019



ÍNDICE

1	COMPONENTES COMERCIALES	1
2	MATERIAS PRIMAS	2
2.1	ACERO F-1140	2
2.2	ACERO F-1252	3
2.3	ACERO F-5603	3
3	TIEMPOS Y TAREAS DE FABRICACIÓN	4
3.1	ACERO F-1140	4
3.2	ACERO F-1252	4
3.3	ACERO F-5603	5
4	TRATAMIENTOS TÉRMICOS	5
5	TIEMPO DE MONTAJE Y AJUSTES	5
6	Tiempo de ingeniería, diseño y gestión	6
6.1	INGENIERÍA Y DISEÑO	6
6.2	GESTIÓN	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Mediciones de componentes comerciales	1
Tabla 2:	Mediciones de materias primas, F-1140.....	2
Tabla 3:	Mediciones de materias primas, F-1252.....	3
Tabla 4:	Mediciones de materias primas, F-5603.....	3
Tabla 5:	Mediciones de tiempos de fabricación, F-1140.....	4
Tabla 6:	Mediciones de tiempos de fabricación, F-1252.....	4
Tabla 7:	Mediciones de tiempos de fabricación, F-5603.....	5
Tabla 8:	Mediciones de tiempos de ingeniería y diseño.....	6
Tabla 9:	Mediciones de tiempos de gestión.....	6



1 COMPONENTES COMERCIALES

El conjunto de elementos comerciales que serán usados para la construcción del troquel es el siguiente:

Tabla 1: Mediciones de componentes comerciales

COMPONENTE	NORMA	REFERENCIA/MODELO	MARCA	UNIDADES
Brida de amarre excéntrica (L2 6-M6)		E5270/6/6	Meusburger	36
Cáncamo (M8)		E1274/8	Meusburger	12
Casquillo centrador (D1 16)		E1170/16	Meusburger	13
Casquillo guía (Tipo1-D2 50-L1 55)	DIN 9831	E5120/50X55/36	Meusburger	4
Casquillo guía (Tipo2-D2 50-L1 45)	DIN 9831	E5120/50X45/18	Meusburger	4
Cilindro de gas (Cu 38-L 114)		RV 1000 - 038 - A	SpecialSprings	8
Columna con valona (D2 50-L2 140)		E5010/50X140	Meusburger	4
Disco de amarre (D1 60-L 25-M8)		E5290/60/25	Meusburger	4
Elevador de banda con valona (D1 20-L1 50)		E5640/20X50	Meusburger	2
Muelle de compresión, carga ligera (D2 8-Lo 25)		E1536/8X25	Meusburger	2
Muelle de compresión, carga muy ligera (D2 25- Lo 38)		E1541/25X38	Meusburger	2
Perno centrador (D1 32-L 50)		E5346/32X50	Meusburger	6
Placa deslizante (B 32-L 63-S 6)		E3176/32/6/63	Meusburger	2
Punzón con cabeza cilíndrica (D1 16-L 100)	DIN 8020 Form A	E5540/16X100	Meusburger	2
Punzón con cabeza cilíndrica (D1 20-L 100)	DIN 8020 Form A	E5540/20X100	Meusburger	2
Regleta-guía de banda (S1 12-L1 60)		E5636/60X12	Meusburger	2
Tensor para ranuras en T completo (M20-B1 20-L 125)		HWS9010/20/20/125	Meusburger	22
Tornillo de M16x90	DIN 912	E1200/16X90	Meusburger	16
Tornillo de M12x40	DIN 912	E1200/12X40	Meusburger	8
Tornillo de M12x70	DIN 912	E1200/12X70	Meusburger	24
Tornillo de M8x25	DIN 912	E1200/8X25	Meusburger	22
Tornillo con cabeza plana de M5x10	DIN 7984	E1226/5X10	Meusburger	4
Tornillo de M8x75	DIN 912	E1200/8X75	Meusburger	21
Tornillo de M5x10	DIN 912	E1200/5X10	Meusburger	7
Tornillo con cabeza plana de M6x30	DIN 7984	E1226/6X30	Meusburger	4
Tornillo de M10x30	DIN 912	E1200/10X30	Meusburger	4
Tornillo de M10x70	DIN 912	E1200/10X70	Meusburger	4
Tornillo de M10x35	DIN 912	E1200/10X35	Meusburger	13
Tornillo tope (D1 20-L1 120)	ISO 7379	E1240/20X120	Meusburger	12
Tapón roscado de M27		E1548/27	Meusburger	2
TOTAL				268



2 MATERIAS PRIMAS

En este apartado, se realiza el cálculo del peso total del material que se empleará en la fabricación de las piezas, no comerciales, que componen el troquel.

2.1 ACERO F-1140

Tabla 2: Mediciones de materias primas, F-1140

PIEZA	Nº DE PLANO	UNIDADES	DIMENSIONES BRUTAS [mm]	VOLUMEN UNITARIO [mm ³]	VOLUMEN TOTAL [mm ³]	DENSIDAD [kg/mm ³]	PESO [kg]
Base superior	100.001	1	610 x 510 x 68	21154800	21154800	7,85E-06	166,065
Placa portapunzones	100.003	1	430 x 260 x 25	2795000	2795000	7,85E-06	21,941
Placa intermedia	100.008	1	510 x 500 x 35	8925000	8925000	7,85E-06	70,061
Base inferior	100.010	1	610 x 510 x 68	21154800	21154800	7,85E-06	166,065
Calzo	100.014	4	150 x 150 x 250	5625000	22500000	7,85E-06	176,625
Rampa	100.019	1	300 x 150 x 4	180000	180000	7,85E-06	1,413
Taco reacción	100.015	2	70 x 65 x 40	182000	364000	7,85E-06	2,857
Soporte cursor	100.017	2	100 x 65 x 25	162500	325000	7,85E-06	2,551
Cursor	100.016	2	Ø22 x 100	38013,2711	76026,5422	7,85E-06	0,597
Tapa de cursor	100.018	2	45X25X35	39375	78750	7,85E-06	0,618
TOTAL							608,794



2.2 ACERO F-1252

Tabla 3: Mediciones de materias primas, F-1252

PIEZA	Nº DE PLANO	UNIDADES	DIMENSIONES BRUTAS [mm]	VOLUMEN UNITARIO [mm ³]	VOLUMEN TOTAL [mm ³]	DENSIDAD [kg/mm ³]	PESO [kg]
Punzón de doblado	100.006	2	80 x 80 x 110	704000	1408000	7,85E-06	11,053
Placa sufridera	100.002	1	430 x 260 x 15	1677000	1677000	7,85E-06	13,164
Placa guía	100.009	1	470 x 260 x 25	3055000	3055000	7,85E-06	23,982
Matriz de tronzado	100.013	1	150 x 75 x 90	1012500	1012500	7,85E-06	7,948
Placa matriz	100.011	1	340 x 260 x 50	4420000	4420000	7,85E-06	34,697
Matriz de doblado	100.012	1	150 x 75 x 70	787500	787500	7,85E-06	6,182
TOTAL							97,026

2.3 ACERO F-5603

Tabla 4: Mediciones de materias primas, F-5603

PIEZA	Nº DE PLANO	UNIDADES	DIMENSIONES BRUTAS [mm]	VOLUMEN UNITARIO [mm ³]	VOLUMEN TOTAL [mm ³]	DENSIDAD [kg/mm ³]	PESO [kg]
Punzón de entalla	100.004	2	45 x 45 x 110	222750	445500	7,85E-06	3,497
Punzón de contorno	100.005	2	80 x 80 x 110	704000	1408000	7,85E-06	11,053
Punzón de tronzado	100.007	1	90 x 20 x 110	198000	198000	7,85E-06	1,554
TOTAL							16,104



3 TIEMPOS Y TAREAS DE FABRICACIÓN

En este apartado se realiza el cálculo del tiempo que se empleará en la fabricación de las piezas no comerciales que componen el troquel.

3.1 ACERO F-1140

Tabla 5: Mediciones de tiempos de fabricación, F-1140

PIEZA	Nº DE PLANO	UNIDADES	TIEMPO UNITARIO [min]	TIEMPO TOTAL [min]
Base superior	100.001	1	102	102
Placa portapunzones	100.003	1	61	61
Placa intermedia	100.008	1	74	74
Base inferior	100.010	1	118	118
Calzo	100.014	4	27	108
Rampa	100.019	1	6	6
Taco reacción	100.015	2	12	24
Soporte cursor	100.017	2	12	24
Cursor	100.016	2	7	14
Tapa de cursor	100.018	2	7	14
TOTAL				545

3.2 ACERO F-1252

Tabla 6: Mediciones de tiempos de fabricación, F-1252

PIEZA	Nº DE PLANO	UNIDADES	TIEMPO UNITARIO [min]	TIEMPO TOTAL [min]
Punzón de doblado	100.006	2	27	54
Placa sufridera	100.002	1	30	30
Placa guía	100.009	1	37	37
Matriz de tronzado	100.013	1	50	50
Placa matriz	100.011	1	71	71
Matriz de doblado	100.012	1	43	43
TOTAL				285



3.3 ACERO F-5603

Tabla 7: Mediciones de tiempos de fabricación, F-5603

PIEZA	Nº DE PLANO	UNIDADES	TIEMPO UNITARIO [min]	TIEMPO TOTAL [min]
Punzón de entalla	100.004	2	35	70
Punzón de contorno	100.005	2	46	92
Punzón de tronzado	100.007	1	20	20
TOTAL				182

El tiempo total a emplear en la fabricación de los elementos no comerciales es de **1012 minutos (16.87 horas)**.

4 TRATAMIENTOS TÉRMICOS

El precio de los tratamientos térmicos que se realizarán sobre las piezas del troquel se obtiene a partir del peso de las piezas a tratar, por este motivo se obtiene el peso de estas piezas. Las piezas que recibirán tratamientos térmicos son las fabricadas con los materiales F-1252 y F-5603. Por lo tanto, el peso total de las piezas que recibirán tratamientos térmicos es de **113.13 kg**.

5 TIEMPO DE MONTAJE Y AJUSTES

Los tiempos de montaje y ajuste son muy variables en este tipo de proyectos dependiendo del tamaño de los elementos, el número de piezas y los operarios que realizan las tareas, por lo tanto, se realizará una estimación de los tiempos. Este tiempo lleva incluido el montaje, ajuste y las pruebas realizadas para asegurar el correcto funcionamiento del troquel.

Para el troquel estudiado en este documento se estima un tiempo de montaje y ajuste de 4 días en jornadas de 8 horas diarias, con 2 operarios encargados del trabajo. El tiempo total empleado será de $4 \text{ (días)} \cdot 8 \text{ (horas/operario} \cdot \text{día)} \cdot 2 \text{ (operarios)} = \mathbf{64 \text{ horas}}$.



6 Tiempo de ingeniería, diseño y gestión

En este punto se calculan los tiempos empleados para llevar a cabo las diferentes tareas realizadas por parte del equipo de ingeniería.

6.1 INGENIERÍA Y DISEÑO

Tabla 8: Mediciones de tiempos de ingeniería y diseño

TAREA	TIEMPO [h]
<i>Análisis del plano de la pieza</i>	1
<i>Diseño de la banda o fases del troquel</i>	3
<i>Cálculos de esfuerzos, dimensionado general y espesores</i>	4
<i>Elección de los materiales para elaborar las piezas no comerciales</i>	4
<i>Selección de componentes comerciales (lista provisional de componentes)</i>	6
<i>Diseño inicial de los elementos no comerciales</i>	17
<i>Diseño detallado de los elementos no comerciales</i>	38
<i>Revisión de interferencias o disconformidades del conjunto del troquel</i>	4
<i>Lista de materiales definitiva y planos en 2D</i>	12
TOTAL	89

6.2 GESTIÓN

Tabla 9: Mediciones de tiempos de gestión

TAREA	TIEMPO [h]
<i>Seguimiento durante el proceso de fabricación y montaje</i>	6
<i>Pruebas del troquel y puesta a punto</i>	3
TOTAL	9



Logroño (La Rioja), 5 de Julio de 2019

Fdo.:

Gonzalo Treviño Orodea

-----Fin del documento MEDICIONES-----



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

PRESUPUESTO

DISEÑO DE TROQUEL PROGRESIVO PARA PIEZA DE MOBILIARIO

Para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la
Universidad de La Rioja

Autor:

Gonzalo Treviño Orodea

Director:

Julio Blanco Fernández

Logroño, 5 de Julio de 2019



ÍNDICE

1	PRECIOS UNITARIOS	1
1.1	PRECIO DE LOS COMPONENTES COMERCIALES	1
1.2	PRECIO DE LAS MATERIAS PRIMAS	2
1.3	PRECIO DE LA MANO DE OBRA	2
2	PRESUPUESTOS PARCIALES	3
2.1	PRECIO TOTAL DE LOS ELEMENTOS COMERCIALES	3
2.2	PRECIO TOTAL DE LAS MATERIAS PRIMAS	4
2.3	PRECIO TOTAL DE LA MANO DE OBRA	5
3	PRESUPUESTO GENERAL	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Precios de componentes comerciales	1
Tabla 2:	Precios de materias primas	2
Tabla 3:	Precios de mano de obra.....	3
Tabla 4:	Presupuesto parcial de componentes comerciales.....	3
Tabla 5:	Presupuesto parcial de materias primas.....	4
Tabla 6:	Presupuesto parcial de mano de obra	5
Tabla 7:	Presupuesto general del proyecto	6



1 PRECIOS UNITARIOS

1.1 PRECIO DE LOS COMPONENTES COMERCIALES

Los precios unitarios de cada uno de los elementos comerciales que se usarán en el troquel son los siguientes:

Tabla 1: Precios de componentes comerciales

COMPONENTE	REFERENCIA/MODELO	MARCA	PRECIO UNITARIO [€]
Brida de amarre excéntrica (L2 6-M6)	E5270/6/6	Meusburger	2,1
Cáncamo (M8)	E1274/8	Meusburger	60,1
Casquillo centrador (D1 16)	E1170/16	Meusburger	3
Casquillo guía (Tipo1-D2 50-L1 55)	E5120/50X55/36	Meusburger	108,8
Casquillo guía (Tipo2-D2 50-L1 45)	E5120/50X45/18	Meusburger	76,3
Cilindro de gas (Cu 38-L 114)	RV 1000 - 038 - A	Special Springs	143,8
Columna con valona (D2 50-L2 140)	E5010/50X140	Meusburger	53,4
Disco de amarre (D1 60-L 25-M8)	E5290/60/25	Meusburger	5
Elevador de banda con valona (D1 20-L1 50)	E5640/20X50	Meusburger	9,7
Muelle de compresión, carga ligera (D2 8-Lo 25)	E1536/8X25	Meusburger	9,4
Muelle de compresión, carga muy ligera (D2 25- Lo 38)	E1541/25X38	Meusburger	3,1
Perno centrador (D1 32-L 50)	E5346/32X50	Meusburger	16,8
Placa deslizante (B 32-L 63-S 6)	E3176/32/6/63	Meusburger	32
Punzón con cabeza cilíndrica (D1 16-L 100)	E5540/16X100	Meusburger	35,2
Punzón con cabeza cilíndrica (D1 20-L 100)	E5540/20X100	Meusburger	43,8
Regleta-guía de banda (S1 12-L1 60)	E5636/60X12	Meusburger	33,2
Tensor para ranuras en T completo (M20-B1 20-L 125)	HWS9010/20/20/125	Meusburger	18,7
Tornillo de M16x90	E1200/16X90	Meusburger	2,3
Tornillo de M12x40	E1200/12X40	Meusburger	0,4
Tornillo de M12x70	E1200/12X70	Meusburger	0,7



COMPONENTE	REFERENCIA/MODELO	MARCA	PRECIO UNITARIO [€]
Tornillo de M8x25	E1200/8X25	Meusburger	0,2
Tornillo con cabeza plana de M5x10	E1226/5X10	Meusburger	0,2
Tornillo de M8x75	E1200/8X75	Meusburger	0,5
Tornillo de M5x10	E1200/5X10	Meusburger	0,2
Tornillo con cabeza plana de M6x30	E1226/6X30	Meusburger	0,3
Tornillo de M10x30	E1200/10X30	Meusburger	0,3
Tornillo de M10x70	E1200/10X70	Meusburger	0,5
Tornillo de M10x35	E1200/10X35	Meusburger	0,3
Tornillo tope (D1 20-L1 120)	E1240/20X120	Meusburger	16,6
Tapón roscado de M27	E1548/27	Meusburger	3,8

1.2 PRECIO DE LAS MATERIAS PRIMAS

Estos precios incluyen lo estipulado en el documento PLIEGO DE CONDICIONES en la *cláusula II del apartado 3.2*.

Tabla 2: Precios de materias primas

MATERIAL	PRECIO [€/kg]
F-1140	3,45
F-1252	6,67
F-5603	10,21

1.3 PRECIO DE LA MANO DE OBRA

Estos precios se refieren a los trabajos realizados en las diferentes fases de ingeniería, diseño, gestión, fabricación, tratamientos térmicos, montaje, ajuste y pruebas.

Estos precios incluyen lo estipulado en el documento PLIEGO DE CONDICIONES en la *cláusula III del apartado 3.2*.



Tabla 3: Precios de mano de obra

TAREA	PRECIO [€/h]	PRECIO [€/kg]
Trabajos de mecanizado y rectificado en taller	82	-
Trabajos de montaje y pruebas	46	-
Trabajos de tratamientos térmicos	-	6
Trabajos de diseño, ingeniería y gestión	45	-

2 PRESUPUESTOS PARCIALES

2.1 PRECIO TOTAL DE LOS ELEMENTOS COMERCIALES

El coste total de los elementos comerciales resulta del producto entre las unidades de cada componente y su precio unitario:

Tabla 4: Presupuesto parcial de componentes comerciales

COMPONENTE	UNIDADES	PRECIO UNITARIO [€/UNIDAD]	TOTAL [€]
Brida de amarre excéntrica (L2 6-M6)	36	2,1	75,6
Cáncamo (M8)	12	60,1	721,2
Casquillo centrador (D1 16)	13	3	39
Casquillo guía (Tipo1-D2 50-L1 55)	4	108,8	435,2
Casquillo guía (Tipo2-D2 50-L1 45)	4	76,3	305,2
Cilindro de gas (Cu 38-L 114)	8	143,8	1150,4
Columna con valona (D2 50-L2 140)	4	53,4	213,6
Disco de amarre (D1 60-L 25-M8)	4	5	20
Elevador de banda con valona (D1 20-L1 50)	2	9,7	19,4
Muelle de compresión, carga ligera (D2 8-Lo 25)	2	9,4	18,8
Muelle de compresión, carga muy ligera (D2 25- Lo 38)	2	3,1	6,2
Perno centrador (D1 32-L 50)	6	16,8	100,8
Placa deslizante (B 32-L 63-S 6)	2	32	64
Punzón con cabeza cilíndrica (D1 16-L 100)	2	35,2	70,4



COMPONENTE	UNIDADES	PRECIO UNITARIO [€/UNIDAD]	TOTAL [€]
Punzón con cabeza cilíndrica (D1 20-L 100)	2	43,8	87,6
Regleta-guía de banda (S1 12-L1 60)	2	33,2	66,4
Tensor para ranuras en T completo (M20-B1 20-L 125)	22	18,7	411,4
Tornillo de M16x90	16	2,3	36,8
Tornillo de M12x40	8	0,4	3,2
Tornillo de M12x70	24	0,7	16,8
Tornillo de M8x25	22	0,2	4,4
Tornillo con cabeza plana de M5x10	4	0,2	0,8
Tornillo de M8x75	21	0,5	10,5
Tornillo de M5x10	7	0,2	1,4
Tornillo con cabeza plana de M6x30	4	0,3	1,2
Tornillo de M10x30	4	0,3	1,2
Tornillo de M10x70	4	0,5	2
Tornillo de M10x35	13	0,3	3,9
Tornillo tope (D1 20-L1 120)	12	16,6	199,2
Tapón roscado de M27	2	3,8	7,6
TOTAL	268		4094,2

2.2 PRECIO TOTAL DE LAS MATERIAS PRIMAS

El coste total de las materias primas resulta del producto entre el peso de cada tipo de acero y el precio de ese material:

Tabla 5: Presupuesto parcial de materias primas

MATERIAL	PESO [kg]	PRECIO [€/kg]	PRECIO [€]
F-1140	608,794	3,45	2100,34
F-1252	97,026	6,67	647,16
F-5603	16,104	10,21	164,42
TOTAL			2911,93



2.3 PRECIO TOTAL DE LA MANO DE OBRA

El coste total de la mano de obra resulta del producto entre la unidad de medida de cada servicio y su precio:

Tabla 6: Presupuesto parcial de mano de obra

CONCEPTO	TIEMPO [h]	PESO [kg]	PRECIO [€/h]	PRECIO [€/kg]	PRECIO TOTAL [€]
Mecanizado de piezas no comerciales	16,87	-	82	-	1383,07
Montaje y ajustes	64	-	46	-	2944
Tratamientos térmicos de piezas	-	113,13	-	6	678,78
Diseño e ingeniería	89		45		4005
Gestión	9		45		405
TOTAL					9415,85



3 PRESUPUESTO GENERAL

El presupuesto general está compuesto por la suma de los presupuestos parciales, a los que se le añaden unos porcentajes en base al Beneficio Industrial (20%) y a los Gastos Generales (7%). La suma de todo lo anterior está grabada por el impuesto sobre el valor añadido que actualmente es del 21%.

Tabla 7: Presupuesto general del proyecto

CONCEPTO	IMPORTE TOTAL [€]
Total, piezas comerciales	4094,20
Total, materias primas	2911,93
Total, mano de obra	9415,85
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	16421,98
7% Gastos Generales	1149,54
20% Beneficio industrial	3284,40
PRESUPUESTO SIN IVA	20822,91
21% IVA	4379,74
PRESUPUESTO	25235,65

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de **VEINTICINCO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS**.

Logroño (La Rioja), 5 de Julio de 2019

Fdo.:

Gonzalo Treviño Orodea

-----Fin del documento PRESUPUESTO-----